Entwicklung und Bewertung schienenverkehrsgestützter Entsorgungsketten für den ländlichen Raum

im Rahmen des BMBF-Forschungsschwerpunkts
„Optimale Transporte in der
Kreislauf- und Abfallwirtschaft“

(Förderkennzeichen 19 G 2026 A, 19 G 2026 B, 19 G 2026 C, 19 G 2026 D, 19 G 2026 E)

Schlussbericht

Dezember 2004

Universität Stuttgart

Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen

Institut für Fördertechnik und Logistik, Abteilung Lagertechnik und Logistik

Lehrstuhl für Abfallwirtschaft und Abluft, Arbeitsbereich Siedlungsabfall

Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik

Hohenzollerische Landesbahn AG

Inhaltsverzeichnis

Projektstruktur und Autoren vii
Tabellenverzeichnis ix
Abbildungsverzeichnis xi

Kurzfassung xiii

1 Einleitung 1

2 Ausgangssituation 6
2.1 Abfallentsorgung in den Landkreisen 6
2.2 Stand der Wissenschaft und Technik 9

3 Bestandsaufnahme der Siedlungsabfallmengen 11
3.1 Struktur der Abfallbeseitigung 11
3.2 Bestandsaufnahme Sammlung und Transport 13
3.2.1 Transport 13
3.2.2 Sammlung 14
3.3 Bestandsaufnahme der vorhandenen Entsorgungsanlagen 19
3.3.1 Sortier- und Zerlegeeinrichtungen 19
3.3.2 Hausmülldeponien und Umschlagplätze 21
3.3.3 Bio- und Bio- / Grün- Abfallbehandlungsanlagen 24
3.4 Abfallmengen und Abfallzusammensetzung 26
3.5 Kostenstrukturen 29
3.6 Zukünftige Entwicklung der Abfallentsorgung in den Landkreisen 32

4 Grundlagen integriertes regionales Entsorgungskonzept 35
4.1 Mögliche Kooperationen in der Abfallentsorgung 35
4.2 Kooperationen und Ansätze im Schienengüterverkehr der Beispielregion 36
4.2.1 Mora-C - Güterverkehr der HzL 36
4.2.2 Kiestransporte 38
4.2.3 Schienentransport der Fa. Rohrbach 38
4.2.4 Weitere Überlegungen des Regionalverbands Neckar-Alb 39
4.3 Die Demonstratoren in EBEK 40
4.3.1 Einführung 40
4.3.2 Demonstrator I 42
4.3.3 Demonstrator II 42

5 Konzeption schienenverkehrsgestützte Transportkette 44
5.1 Grundlagen einer schienenverkehrsgestützten Entsorgungskette 44
5.1.1 Infrastruktur in der Region 44
5.1.2 Güterverkehr der HzL 47
5.1.3 Transport und Umschlag 51
5.1.4 Aufkommen 57
5.1.5 Bedienungskonzepte 60
5.2 Die Demonstratoren 61
5.2.1 Mengengerüst 61
5.2.2 Umschlagplätze 62
5.2.3 Bedienungskonzept Lkw-Vorlauf 63
5.2.4 Anlieferung Müllverbrennungsanlage Stuttgart-Münster 64
5.2.5 Anlieferung Ulm 66
5.2.6 Bedienungskonzept Bahn 68
5.2.7 Vergleichsszenario Straßentransporte 70
5.2.8 Kosten 71
5.3 Transporte außerhalb der Demonstratoren 84

6 Optimierung Fahrzeug-, Behälter-, Umschlagtechniken 86
6.1 Erfassung der technischen Ausrüstung in der Beispielregion 86
6.1.1 Fahrzeugbestand in der Beispielregion 86
6.1.2 Containerbestand 87
6.2 Marktrecherche 87
6.2.1 Müllsammel- und Transportfahrzeuge 87
6.2.2 Horizontale Umschlagtechnik in der Entsorgungsbranche 89
6.2.3 Horizontale Umschlagtechnik in der Entsorgungsbranche 90
6.2.4 Vertikale Umschlagsanlagen 91
6.2.5 Flurfahrbare Containerumschlagmittel 91
6.2.6 Direktverladung der LKW bzw. Sattelauflieger 92
6.2.7 Weitere Umschlagssysteme 92
6.3 Leistungsspektrum der verfügbaren Technik 93
6.3.1 Ladeeinheiten im kombinierten Verkehr 93
6.3.2 Sammelsysteme in der Entsorgungswirtschaft 94
6.4 Anforderungen an die Technik 94
6.4.1 Anforderung aus der Sammlung 95
6.4.2 Anforderung aus dem Straßentransport 95
6.4.3 Anforderung aus dem Schienentransport 95

6.4.4 Anforderung aus dem Umschlag zwischen den Verkehrsträgern 96
6.4.5 Anforderung aus der Be- und Entladung 96
6.5 Leistungsdefinition optimaler Technik 97
6.5.1 Allgemeines 97
6.5.2 Lagerung und Transport 97
6.5.3 Umschlag Straße/Straße und Straße/Schiene 98
6.5.4 Be- und Entlademöglichkeiten 99
6.5.5 Untersuchte Lastfälle 99
6.6 Optimierte Technik 100
6.6.1 Handhabungsmöglichkeiten 101
6.6.2 Automatisierungsmöglichkeiten Containerhandling 101
6.6.3 Be- und Entladung 101
6.6.4 Behälterform und Konstruktion 101
6.7 Kostenstrukturen 102

7 Verbesserung Ressourcennutzung durch e-Business 104

7.1 Marktrecherche Frachtbörsen und elektronische Rohstoffmärkte 104
7.1.1 Die Idee der Frachtbörse 104
7.1.2 Qualifikationskriterien für Frachtbörsen 104
7.1.3 Verbesserungspotentiale im Materialfluss der bestehenden Transportbörsen 106
7.1.4 Optimierungspotentiale des Werteflusses bestehender Frachtbörsen 108
7.1.5 Wertstoffbörsen 108
7.1.6 Bewertungskriterien anhand der betrachteten Wertstoffbörsen 109
7.2 Systematik für die Klassifikation der Wertstoffe 110
7.2.1 Überlegungen zu einer Systematik für die Klassifikation der Wertstoffe 110
7.3 Informationsmodell für die e-Business-Plattform 111
7.3.1 Die Idee der neuen idealen e-Business-Plattform 111
7.4 Funktionalität der e-Business-Plattform 114
7.5 Konzeption einer idealen e-Business-Plattform 115
7.5.1 Geschäftsabläufe 115
7.5.2 Die Module der e-Business-Plattform 115
7.5.3 Das Geschäftsmodell der e-Business-Plattform 116
7.6 Umsetzungsmöglichkeiten der e-Business-Plattform 117
7.6.1 Mögliche Finanzquellen 118
7.6.2 Musterkalkulation einer e-Business-Plattform 119

8 Integration Transportkette in die allgemeine Güterverkehrslogistik 120

8.1 Logistische Charakteristika der Wertstoffströme für die überregionale Entsorgung 120

8.2 Möglichkeiten zur Nutzung der Logistiksysteme für den Güterverkehr 122

8.2.1 Die Übertragung des Netzmodells der Logistik auf das Projekt 122

8.3 Gestaltung der Schnittstellen zu bestehenden Logistiksystemen 124

8.4 Wirtschaftliche Vorteile durch die Integration 129

9 Evaluation der Maßnahmen 133

9.1 Umweltwirkungen 133

9.1.1 Methodik 133

9.1.2 Demonstrator I (LK Tübingen, Reutlingen, ZAK) 142

9.1.3 Demonstrator II (LK Sigmaringen, Tuttlingen) 144

9.1.4 Deutung der Ergebnisse 149

9.2 Verkehrliche Wirkungen 150

9.2.1 Straße 151

9.2.2 Schiene 155

9.3 Arbeitsmarktpolitische Effekte und Standortsicherung 155

9.3.1 Arbeitsmarktpolitische Effekte und Standortsicherung für die Konzepte des Demonstrators 155

9.3.2 Arbeitsmarktpolitische Effekte und Standortsicherung mittelfristig 156

9.3.3 Die Stärkung der Entsorgung vor Ort 157

9.3.4 Vorteile der Standortsicherung bei der Umsetzung der Integration in die allgemeine Güterverkehrslogistik 157

9.3.5 Stärkung der Eisenbahn 157

9.3.6 Auswirkungen auf die Standortsicherung durch die e-Business Plattform 158

9.3.7 Arbeitsmöglichkeiten für freigesetzte Mitarbeiter 158

9.4 Betriebswirtschaftliche Wirkungen 159

9.4.1 Hohenzollerische Landesbahn 159

9.4.2 Gebietskörperschaften 160

9.4.3 Fuhrunternehmen 160

9.5 Volkswirtschaftliche Wirkungen 161

9.5.1 CO_2- und Schadstoffemissionen 161

9.5.2 Lärm 163

9.5.3 Unfälle 166

9.5.4 Fazit 168

9.6 Umsetzungsrahmenbedingungen 169

9.6.1 Hemmende Rahmenbedingungen 169
9.6.2 Fördernde Rahmenbedingungen 171

10 Abschließende Konzeption Entsorgungskonzept 172
10.1 Demonstrator I 172
10.2 Demonstrator II 173
10.3 Andere Fraktionen....174
10.4 Präsentation in den Landkreisen....175
10.4.1 Landkreis Biberach 175
10.4.2 Landkreis Sigmaringen....176
10.4.3 Landkreis Tuttlingen....177
10.4.4 Zollernalbkreis....177
10.4.5 Zweckverband Abfallverwertung Reutlingen Tübingen....177
10.5 Weiteres Vorgehen 178

11 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse 179

12 Erfolgte und geplante Publikationen 180

Literatur- und Quellenverzeichnis....181

Anhänge

Anhang 3-1: Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in der Region
Anhang 5-1: Vorgesehene Umschlagplätze
Anhang 5-2: Transportketten
Anhang 6-1: Optimierung Fahrzeug-, Behälter-, Umschlagtechnik
Anhang 7-1: Frachtbörsen
Anhang 7-2: Beispiele für Wertstoffbörsen
Anhang 9-1: Umweltwirkungen

Projektstruktur und Autoren

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem generellen Förderkennzeichen 19 G 2026 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen (IEV) (Förderkennzeichen 19 G 2026 B)

Dr. Harry Dobeschinsky
Dipl.-Kfm. t. o. Ulrich Rentschler
Dipl.-Ing. Christine Schmidt

Institut für Fördertechnik und Logistik, Abteilung Lagertechnik und Logistik (IFT-LL) (Förderkennzeichen 19 G 2026 C)

Dipl.-Phys. Martin Kiemle
Dipl.-Ing. Stefan Kummer
Prof. Dr. Horst J. Roos

Lehrstuhl für Abfallwirtschaft und Abluft, Arbeitsbereich Siedlungsabfall (SIA) (Förderkennzeichen 19 G 2026 A)

Dipl.-Ing. Bettina Arleth
Dr. Klaus Fischer

Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik (VuV) (Förderkennzeichen 19 G 2026 D)

Dipl.-Ing. Manuel Galster
AOR Dipl.-Ing. Manfred Wacker (Projektleitung)

Hohenzollerische Landesbahn AG (HzL) (Förderkennzeichen 19 G 2026 E)

Dipl.-Ing. Bernhard Weckerle

Kurzfassung – ***VuV***
Kapitel 1: Einleitung – ***VuV***
Kapitel 2: Ausgangssituation – ***VuV***
Kapitel 3: Bestandsaufnahme der Siedlungsabfallmengen – ***SIA***
Kapitel 4: Grundlagen integriertes regionales Entsorgungskonzept – ***IEV, SIA, VuV***
4.1 Mögliche Kooperationsbereiche und Kooperationspartner – SIA
4.2 Andere Kooperationen und Ansätze – IEV
4.3 Die Demonstratoren in EBEK – VuV
Kapitel 5: Konzeption schienenverkehrsgestützte Transportkette – ***IEV***
Kapitel 6: Optimierung Fahrzeug-, Behälter-, Umschlagtechniken – ***IFT-LL***
Kapitel 7: Verbesserung Ressourcennutzung durch e-Business – ***IFT-LL***
Kapitel 8: Integration Transportkette in die allgemeine Güterverkehrslogistik – ***IFT-LL***
Kapitel 9: Evaluation der Maßnahmen – ***IEV, IFT-LL, VuV***
9.1 Umweltwirkungen – IEV (Teil Bahn), VuV
9.2 Verkehrliche Wirkungen – IEV (Teil Bahn), VuV
9.3 Arbeitsmarktpolitische Effekte und Standortsicherung – IFT-LL
9.4 Betriebswirtschaftliche Wirkungen – IEV (Teil Bahn), VuV
9.5 Volkswirtschaftliche Wirkungen – IEV
Kapitel 10: Abschließende Konzeption Entsorgungskonzept – ***VuV***
Kapitel 11: Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse – ***VuV***
Kapitel 12: Erfolgte und geplante Publikationen – ***VuV***

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Ausgewählte Abfallmengen in Tonnen in den relevanten Gebietskörperschaften, 1998. (Abfallbilanz 1998, Baden-Württemberg) 8
Tabelle 3-1: Entsorger und deren Verträge mit den einzelnen Landkreisen 11
Tabelle 3-2: Abfallentsorger der einzelnen Fraktionen in den einzelnen Landkreise 12
Tabelle 3-3: System der Hausmüll- und Wertstoffsammlung der einzelnen Landkreise 17
Tabelle 3-4: Wertstoffaufkommen nach Art der Erfassung (Stand 2001) 18
Tabelle 3-5: Sortier- und Zerlegeeinrichtungen 21
Tabelle 3-6: Hausmülldeponien in der Beispielregion (Stand 2001)..... 23
Tabelle 3-7: Bio- und Grüngutbehandlungsanlagen der Landkreise 25
Tabelle 3-8: Aufkommen an Haus-, Sperr- und Biomüll 2001 29
Tabelle 3-9: Aufkommen von PPK, Glas und Kunststoffe (DSD) 29
Tabelle 3-10: Müllgebühren Gewerbe 2001 30
Tabelle 3-11: Durchschnittliche Jahresgebühr für eine Musterfamilie (Vier Personenhaushalt) 31
Tabelle 3-12: Müllgebühren in unterschiedlichen Landkreisen in Baden-Württemberg 32
Tabelle 5-1: Gesammelte Restmüllmengen pro Landkreis und Sammeltag 58
Tabelle 5-2: Mengengerüst für die Demonstratoren 62
Tabelle 5-3: Umschlagplätze für die Demonstratoren 62
Tabelle 5-4: Transportrelationen Vergleichsszenario Straße 71
Tabelle 5-5: Spezifische Transportkosten Lkw-Vor- und -Nachlauf..... 72
Tabelle 5-6: Spezifische Kosten für den Bahntransport 74
Tabelle 5-7: Spezifische Kosten für Wagen und Container 76
Tabelle 5-8: Gesamtkosten für Umschlagplätze..... 78
Tabelle 5-9: Spezifische Kosten Umschlagplätze..... 79
Tabelle 5-10: Spezifische Kosten Bahntransport für alle Kostenkomponenten..... 80
Tabelle 5-11: Spezifische Kosten Straßentransport 82
Tabelle 6-1: Wechselbehälter im Intermodalen Verkehr – Überblick..... 93
Tabelle 6-2: Transportbelastungen bei LKW- Transport und KLV, vgl. U. Schieder, GDV Berlin 98
Tabelle 6-3: Kosten eines Sammelfahrzeugs für Wechselbehälter 103
Tabelle 7-1: Einteilung der Wertstoffe 111
Tabelle 8-1: Unterschiedliche Container in der Entsorgungswirtschaft und im allgemeinen Güterverkehr 121
Tabelle 8-2: Kalkulationsgrundlagen für den Musterumschlagplatz 130
Tabelle 9-1:Beispieltabelle Werte aus Handbuch für Emissionsfaktoren 137
Tabelle 9-2: Verbrauchsfaktoren für den Bahntransport..... 138

Tabelle 9-3: Emissionsfaktoren für den Bahntransport 138
Tabelle 9-4: Energie- und Emissionsfaktoren zur Energiebereitstellung pro MJ bereitgestellter Energie 139
Tabelle 9-5: Energie- und Emissionsfaktoren zur Fahrzeugbereitstellung pro gefahrenen km 139
Tabelle 9-6: Energie- und Emissionsfaktoren zur Infrastrukturbereitstellung pro 1 Meter Weg und Tag 140
Tabelle 9-7: Lkw-km pro Jahr insgesamt 151
Tabelle 9-8: Lkw-km im jeweiligen Landkreis inkl. Fahrten aus anderen EBEK-Landkreisen 151
Tabelle 9-9: Lkw-km pro Jahr insgesamt 151
Tabelle 9-10: Lkw-km im jeweiligen Landkreis inkl. Fahrten aus anderen EBEK-Landkreisen 151
Tabelle 9-11: Lkw-km pro Jahr insgesamt 153
Tabelle 9-12: Lkw-km im jeweiligen Landkreis 153
Tabelle 9-13: Lkw-km pro Jahr insgesamt 153
Tabelle 9-14: Lkw-km im jeweiligen Landkreis inkl. Fahrten aus anderen EBEK-Landkreisen 154
Tabelle 9-15: Lkw-km pro Jahr insgesamt 154
Tabelle 9-16: Lkw-km im jeweiligen Landkreis inkl. Fahrten aus anderen EBEK-Landkreisen 154
Tabelle 9-17: Kostensätze für CO_2- und Luftschadstoffemissionen 162
Tabelle 9-18: Kostensätze für Lärmemissionen 164
Tabelle 9-19: Unfallraten 167
Tabelle 9-20: Unfallkostensätze im Güterverkehr 167

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Die Beispielregion "Alb-Donau" 2
Abbildung 1-2: Projektstruktur EBEK 3
Abbildung 1-3: Ursprünglicher Zeitplan EBEK 4
Abbildung 2-1: Netz der HzL-Schienenverkehre (Stand 2000) 9
Abbildung 3-1: Hausmüllentsorgung in der Beispielregion bis zum Jahre 2005 13
Abbildung 3-2: gebrochener Transport 14
Abbildung 3-3: direkter Transport 14
Abbildung 3-4: Umladeplatz und Wertstoffhof Unlingen (Landkreis Biberach) 19
Abbildung 3-5: Wege der Wertstoffe zu den Recyclingfirmen 20
Abbildung 3-6: Siedlungsabfallmengen 28
Abbildung 3-7: Hausmüllentsorgung in der Beispielregion ab dem Jahre 2005 33
Abbildung 3-8: Landkreisübergreifende Hausmüllentsorgung in der Beispielregion ab dem Jahr 2005 34
Abbildung 5-1: Schienenstrecken in der Beispielregion, unterschieden nach Eigentümer/Pächter 45
Abbildung 5-2: Schematische Darstellung der Güterverkehrsstrecken der HzL 49
Abbildung 5-3: Kartografischer Fahrplan des Güterverkehrs der HzL 50
Abbildung 5-4: Bestehende und potentielle Standorte für den Müllumschlag in der Beispielregion 52
Abbildung 5-5: Schematische Darstellung der freien Verladung und der Entladung mit Hilfe von Zugtrennung 55
Abbildung 5-6: Umschlag Straße/Schiene mittels ACTS 56
Abbildung 5-7: Gesammelte Restmüllmengen pro Landkreis und Sammeltag 58
Abbildung 5-8: Verteilung des Hausmüllaufkommens in der Beispielregion 59
Abbildung 5-9: Schematische Darstellung denkbarer Bedienungskonzepte 61
Abbildung 5-10: Blick auf das Firmengelände der Firma S-plus und die Müllverbrennungsanlage. Der Bahnhof Münster befindet sich links des Bildes. 65
Abbildung 5-11: Ladegleise auf dem Gelände der MVA Ulm 67
Abbildung 5-12: Zusammenstellung der Kostenkomponenten Bahntransport 81
Abbildung 5-13: Vergleich der Gesamtkosten Straße/Schiene 83
Abbildung 6-1: Fahrzeugbestand in der Beispielregion 86
Abbildung 6-2: Module eines Abfallsammelfahrzeuges 87
Abbildung 6-3: Kettenlift-, und Hakenliftsystem 89
Abbildung 6-4: ACTS-System Prinzip- Skizze 90
Abbildung 6-5 : Das NETHS- System 91
Abbildung 6-6: Wechselbrückenumschlag Straße- Straße 96

Abbildung 6-7: Soll- Auflageflächen bei liegender Lagerung 98
Abbildung 6-8: Multifunktionaler Abfallcontainer 100
Abbildung 7-1 Der Transport als Brücke zwischen Angebot und Nachfrage 112
Abbildung 7-2: Reichweiten der Anfrage 113
Abbildung 7-3: Anforderungen an die Plattform aus der Eignung für Rückfracht 113
Abbildung 7-4: Funktionalität der e-Business-Plattform 114
Abbildung 7-5: Bereiche der Reichweiten der Softwarereichweiten 115
Abbildung 7-6: Benötigte Softwaremodule für eine Internetplattform 116
Abbildung 7-7: Das Geschäftsmodell der e-Business-Plattform 117
Abbildung 7-8: Weiteres Vorgehen in Zusammenarbeit mit der Universität 117
Abbildung 8-1: Netzmodell für den betriebsübergreifenden Materialfluss 122
Abbildung 8-2 Materialflusskonzept 2 Containerstapler 124
Abbildung 8-3: Layout des Material- und Informationsflusses im Konzept 4 („Integrierte Kleinmengenanlieferung“) 125
Abbildung 8-4: LKW Abfertigung im Materialflusskonzept 5 126
Abbildung 8-5: Materialflusskonzept 6: Bestückung des Gleises mit Containern 128
Abbildung 8-6 Mögliche Kollisionspunkte beim Kombilifter Umschlag 128
Abbildung 8-7: Kostenvergleich Materialflusskonzept 4 mit und ohne FAST-Ausrüstung der Fahrzeuge 131
Abbildung 8-8: Gesamtkosten pro Containerumschlag in der Modellrechnung 132
Abbildung 9-1: Entstehungskomponenten 135
Abbildung 9-2: Ablaufschema der Müllentsorgung 136
Abbildung 9-3: Vergleich der direkten und indirekten CO_2 –Emissionen für Demonstrator I mit Umschlag in Tübingen und Reutlingen 143
Abbildung 9-4: Vergleich der direkten und indirekten CO_2-Emissionen für Demonstrator I mit Umschlag in Tübingen 144
Abbildung 9-5: Vergleich der direkten und indirekten CO_2-Emissionen für den Demonstrator II, Varianten Immendingen Bahnhof 146
Abbildung 9-6: Vergleich der direkten und indirekten CO_2-Emissionen für den Demonstrator II, Varianten Tuttlingen Bahnhof 147
Abbildung 9-7: Vergleich der direkten und indirekten CO_2-Emissionen für den Demonstrator II, Varianten Sigmaringen 148
Abbildung 9-8: Vergleich der direkten und indirekten CO_2-Emissionen, Landkreis Biberach 149
Abbildung 9-9: Spezifische externe Kosten durch transportbedingte stoffliche Emissionen 163
Abbildung 9-10: Spezifische externe Kosten durch transportbedingte Lärmemissionen 165
Abbildung 9-11: Spezifische externe Kosten durch Unfälle 168

Kurzfassung

Ziel des Forschungsvorhabens „Entwicklung und Bewertung schienenverkehrsgestützter Entsorgungsketten für den ländlichen Raum“ (EBEK) ist die Erstellung einer Konzeption für eine schienenverkehrsgestützte Entsorgungskette für Siedlungsabfälle für die Beispielregion "Alb-Donau", die die regionale Infrastruktur für die Abfallaufbereitung und -verwertung nutzt. Dabei soll insgesamt eine möglichst geringe Umweltbelastung durch die notwendigen Abfalltransporte unter Beachtung betriebswirtschaftlicher Erfordernisse erreicht werden. Ein weiterer Bestandteil des Projektes ist die Untersuchung bestehender und zukünftiger E-Business-Handelsplattformen speziell für den Abfall- und Wertstoffhandel. Mit der Untersuchung sollen Synergien zu anderen Logistiksystemen erkannt und Wege aufgezeigt werden, wie die logistische Infrastruktur besser genutzt und unter Beachtung von Umweltzielen und betriebswirtschaftlichen Erfordernissen eine Verbesserung gegenüber der heutigen Situation erreicht werden kann. Bei dem Vorhaben handelt es sich um eine grundsätzliche Untersuchung, in der geprüft werden soll, unter welchen Randbedingungen es möglich ist, große Anteile der Mülltransporte auf die Schiene zu verlagern. Dabei ist zunächst keine unmittelbare Umsetzung vorgesehen.

Die Beispielregion "Alb-Donau" wird von den sechs baden-württembergischen Landkreisen Biberach, Reutlingen, Sigmaringen, Tübingen, Tuttlingen und Zollernalbkreis gebildet.

Den Ausgangspunkt für die Untersuchung bilden die Vorgaben der Technischen Anleitung Siedlungsabfall (TASI, 1993), denen zu Folge ab dem Jahr 2005 keine Abfälle mehr abgelagert werden dürfen, die einen Glühverlust von mehr als fünf Prozent aufweisen. Das heißt beim jetzigen Stand der Technik, dass die Abfälle thermisch vorbehandelt werden müssen. Da die Beispielregion selbst über keine eigenen entsprechenden Anlagen verfügt, wird 2005 die notwendige Verkehrsleistung in der Abfallentsorgung stark ansteigen.

Die Beispielregion „Alb-Donau“ erweist sich aus mehreren Gründen als für die vorliegende Untersuchung EBEK besonders geeignet:

- In dieser Beispielregion existieren bereits heute zahlreiche Abfallbehandlungsanlagen. Gleichzeitig wird gegenwärtig Gewerbemüll über große Strecken auch nach außerhalb der Beispielregion transportiert. Ebenso wird aber auch Restmüll zu außerhalb der Region gelegenen Müllverbrennungsanlagen gefahren. Für die Zukunft bestehen hier bereits langfristige Verträge, die die Landkreise zwar binden, deren konterkarierende Effekte aber ggf. durch Gebietskörperschaften übergreifende Kooperation gemildert werden könnten.

- Die sechs Landkreise bilden zusammen einen großen, zusammenhängenden ländlichen Bereich mit einzelnen (groß)städtischen Agglomerationen. Durch die Größe ist zunächst sichergestellt, dass in der Summe größere Müllmengen entstehen, die es sinnvoll erscheinen lassen, den insbesondere bei großen Mengen als besonders effizient und ökologisch geltenden schienengebundenen Transport in die Überlegungen einzubeziehen. Durch den Gegensatz stark ländlich geprägter Teilräume und teilweise großstädtischer Agglomerationen können auch die jeweiligen spezifischen Unterschiede in der Bedienung dieser Teilräume herausgearbeitet werden.
- Die sechs Landkreise bilden im wesentlichen das Bedienungsgebiet der Hohenzollerischen Landesbahn (HzL), einer nichtbundeseigenen Eisenbahn. Die HzL ist interessiert und bereit, entsprechende neue Güterverkehre zu übernehmen. Dabei verkehrt die HzL in diesem Gebiet teilweise auf eigenen Strecken, teilweise auf Strecken der Deutschen Bahn AG.

Insgesamt fielen in der Beispielregion 1998 182.547 t Restmüll pro Jahr an, die von 1.114.843 Einwohnern erzeugt wurden.

Als Grundlage zur Bestimmung der Kooperationspotenziale und für die spätere Dimensionierung der Demonstratoren ist es notwendig, eine detaillierte Kenntnis über die Siedlungsabfallmengen in der Beispielregion „Alb-Donau“ zu haben.

Hierzu wird zunächst die Struktur der Abfallbeseitigung erhoben. Dies umfasst die Ermittlung der unterschiedlichen Entsorger, die in der Beispielregion tätig sind, und ihrer vertraglichen Grundlagen.

Daran schließt sich eine Beschreibung der heutigen Abfallsammlung an, die für die einzelnen Landkreise für den Rest- und Sperrmüll zu den folgenden Deponien erfolgt:

- Landkreis Biberach: Sommershausen,
- Landkreis Reutlingen: Deponie Schinderteich,
- Landkreis Sigmaringen: Deponie Ringgenbach und Sammelstelle Bad Saulgau,
- Landkreis Tübingen: Deponie Dußlingen,
- Landkreis Tuttlingen: Deponie Talheim und
- Zollernalbkreis: Deponie Hechingen.

Ergänzend werden auch die Sammelsysteme für die einzelnen Wertstoffe beschrieben.

Vor einer genauen Analyse der Zusammensetzung der Siedlungsabfälle erfolgt eine detaillierte Beschreibung der in der Beispielregion vorhandenen Entsorgungsanlagen.

Eine Betrachtung der Kostenstrukturen und ein Ausblick auf die zukünftige Entwicklung der Abfallentsorgung in der Beispielregion rundet die Analyse der Abfallbeseitigung in der Beispielregion ab.

Aufbauend auf dieser Analyse erfolgt eine Beschreibung möglicher Kooperationsbereiche und Kooperationspartner innerhalb der Beispielregion. Es wird gezeigt, dass z. B. durch einen anderen Zuschnitt der Sammelgebiete ein beträchtliches Optimierungspotenzial im Bereich Sammlung von Wertstoffen, Haus- und Sperrmüll vorhanden ist. So könnte durch eine Landkreis übergreifende Nutzung der Hausmülldeponien eine optimierte Einteilung der Müllsammelbezirke eingeführt werden. Dem stehen jedoch zahlreiche vertragliche Regelungen der einzelnen Landkreise entgegen.

Im Bereich des Schienengüterverkehrs gibt es bereits einige Ansätze in der Beispielregion, auf die künftige Kooperationen aufbauen können. Hier ist an erster Stelle die Bedienung der Beispielregion im Schienengüterverkehr durch die HzL im Rahmen von Mora-C zu nennen. Die ebenfalls untersuchten schienengestützten Kiestransporte und der Schienengüterverkehr der Fa. Rohrbach, Dotternhausen können nicht als Basis für eine Kooperation herangezogen werden, da es sich hier nicht um regelmäßige Transporte höheren Aufkommens handelt. Ebenso hat der Regionalverband Neckar-Alb zwar schon zahlreiche Versuche zur Förderung des Schienengüterverkehrs unternommen, konnte aber bislang noch kein konkretes Projekt starten.

Vor dem ermittelten Hintergrund der Kooperationsmöglichkeiten werden zunächst als Arbeitshypothese zwei Demonstratoren definiert, die in den späteren Arbeitsschritten weiter konkretisiert werden:

- Demonstrator I: Der Demonstrator I hat einen gemeinsamen Transport des Hausmülls, Sperrmülls und des öffentlich gesammelten Gewerbemülls aus den Landkreisen Zollernalbkreis, Tübingen und Reutlingen zur Müllverbrennungsanlage nach Stuttgart-Münster zum Inhalt. Dabei wird die grundsätzliche Transportkette „Lkw-Vorlauf von der Umladestelle (Deponie) zur Umschlagstelle (Bahnhof) - Bahntransport - Lkw-Nachlauf in Stuttgart-Münster“ untersucht. Der Bahntransport erfolgt mit einem werktäglichen Ganzzug, der bei Bedarf zusätzlich auch samstags verkehren kann.
- Demonstrator II: Der Demonstrator II hat den Bahntransport des Hausmülls, Sperrmülls und des öffentlich gesammelten Gewerbemülls aus den Landkreisen Tuttlingen und Sigmaringen zur Müllverbrennungsanlage TAD Ulm zum Inhalt. Dabei wird ebenfalls die grundsätzliche Transportkette „Lkw-Vorlauf von der Umladestelle (Deponie) zur Umschlagstelle (Bahnhof) - Bahntransport - Lkw-Nachlauf in Ulm“ untersucht.

Dabei wird von einer Poollösung der Landkreise Tuttlingen und Sigmaringen im Hinblick auf die einzusetzenden Wagen und Behälter ausgegangen.

Für den Landkreis Biberach kommt aufgrund seiner speziellen geographischen Lage sowohl aus Kosten- als auch aus Umweltgründen ein schienengestützter Transport zur Müllverbrennungsanlage TAD Ulm nicht in Frage.

Die beiden Demonstratoren werden detailliert untersucht. Die einzelnen Untersuchungsfelder sind:

- potenzielle Umschlagplätze Straße - Schiene,
- Gestaltung des notwendigen Lkw-Vorlaufs,
- Gestaltung des notwendigen Lkw-Nachlaufs zu den Müllverbrennungsanlagen,
- Gestaltung des Bedienungskonzepts bei der Bahn,
- Ermittlung der Kosten,
- Ermittlung der Umweltwirkungen (Energieaufwendung, Freisetzung von Kohlendioxid sowie Emissionen von Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffen, Stickoxiden und Partikeln),
- Ermittlung der verkehrlichen Wirkungen,
- Ermittlung der arbeitsmarktpolitischen Effekte und Standortsicherung,
- Ermittlung der betriebswirtschaftlichen Wirkungen sowie
- Ermittlung der volkswirtschaftlichen Wirkungen (Kohlendioxid, Luftschadstoffe, Lärm, Unfälle).

Die Kosten- und Wirkungsermittlungen erfolgen stets im Vergleich zum alternativen reinen Straßentransport. Dabei zeigt sich, dass der Bahntransport generell umweltfreundlicher, allerdings auch immer mit höheren Kosten als der Straßentransport verbunden ist. Eine Ausnahme bildet der Landkreis Tuttlingen, wo auch die Freisetzung von CO_2 beim Bahntransport leicht höher als beim Straßentransport ist.

Aufbauend auf den in EBEK durchgeführten Untersuchungen wird der Demonstrator I wie nachfolgend beschrieben den Landkreisen Zollernalbkreis, Tübingen und Reutlingen zur Umsetzung empfohlen:

- Mit dem Schienentransport des Hausmülls, des Sperrmülls und des öffentlich gesammelten Gewerbemülls aus den Landkreisen Zollernalb, Tübingen und Reutlingen nach Stuttgart-Münster wird zum 01.07.2005 begonnen.
- Die Konzeption des Demonstrators I geht dabei von folgenden jährlichen Abfallmengen für die drei genannten Fraktionen aus:
  - Zollernalbkreis: 31.600 t/a,

- Landkreis Tübingen: 29.400 t/a und
- Landkreis Reutlingen: 42.800 t/a.

- Die Sammlung des Abfalls erfolgt wie bisher. Alle drei Abfallfraktionen werden zunächst zu den Umladestellen „Deponie Hechingen“ für den Zollernalbkreis, „Dußlingen“ für den Landkreis Tübingen und „Deponie Schinderteich“ für den Landkreis Reutlingen gebracht.
- Voraussetzung für die wirtschaftliche Tragfähigkeit des Schienentransports ist, dass der Zollernalbkreis und der Zweckverband Abfallverwertung Reutlingen Tübingen sich für einen gemeinsamen Schienentransport aus den Landkreisen Zollernalbkreis, Tübingen und Reutlingen nach Stuttgart-Münster entscheiden. In diesem Fall kann werktäglich ein Zug nach Stuttgart-Münster gefahren werden. Bei Bedarf kann samstags ein zusätzlicher Zug gefahren werden.
- Der Zug fährt abends in Hechingen ab, stellt dann zunächst in Tübingen die beladenen Wagen des Landkreises Tübingen und anschließend in Reutlingen diejenigen des Landkreises Reutlingen bei und fährt dann nachts nach Stuttgart-Münster. Dort werden die beladenen Wagen abgestellt und die bereit gestellten entladenen Wagen aufgenommen. Am frühen Morgen fährt der Zug zurück, um diese Wagen in Reutlingen, Tübingen und Hechingen wieder zur Beladung bereit zu stellen.
- Transportiert wird der Müll unverdichtet in ACTS-fähigen 20-Fuß-Containern. Der Transport der beladenen Container von den drei Umladestellen zu den Bahnhöfen Hechingen, Tübingen und Reutlingen sowie zurück erfolgt mit Lkw. Der Umschlag zwischen Lkw und Eisenbahntragwagen kann ohne weitere Hilfsmittel erfolgen.
- In Stuttgart-Münster werden die Container per Lkw vom Bahnhof Münster zum Müllbunker in der Müllverbrennungsanlage transportiert. Dabei kann zur Verkürzung der Fahrtstrecke ein in städtischem Eigentum befindliches Grundstück überfahren werden.

Der Demonstrator II wird folgendermaßen den Landkreisen Tuttlingen und Sigmaringen zur Umsetzung empfohlen:

- Mit dem Schienentransport des Hausmülls, des Sperrmülls und des öffentlich gesammelten Gewerbemülls aus den Landkreisen Tuttlingen und Sigmaringen zur TAD Ulm-Donautal wird zum 01.07.2005 begonnen.
- Die Konzeption des Demonstrators II geht dabei von folgenden jährlichen Abfallmengen für die drei genannten Fraktionen aus:
  - Landkreis Tuttlingen: 28.800 t/a und
  - Landkreis Sigmaringen: 12.700 t/a.
- Die Sammlung des Abfalls erfolgt wie bisher. Alle drei Abfallfraktionen werden zunächst für den Landkreis Tuttlingen zur Umladestelle „Deponie Talheim“ sowie für

den Landkreis Sigmaringen zu gleichen Teilen zu den Umladestellen „Deponie Ringgenbach“ und in Bad Saulgau gebracht. Alternativ wird dem Landkreis Tuttlingen die Nutzung der „Deponie Hasenholz“ bei Tuttlingen vorgeschlagen.

- Voraussetzung für die wirtschaftliche Tragfähigkeit des Schienentransports ist, dass die Landkreise Tuttlingen und Sigmaringen beim Schienentransport kooperieren, so dass Container und Wagen gemeinsam genutzt werden können.
- Für den Landkreis Tuttlingen fährt wöchentlich ein Zug nach Ulm. Dieser Zug wird samstags gegen 12.00 Uhr leer bereit gestellt und fährt am Sonntag beladen wieder nach Ulm.
- Für den Landkreis Sigmaringen fallen durchschnittlich zwei bis drei Wagen pro Werktag an. Diese können im Rahmen des bestehenden Mora-C - Güterzugs der HzL transportiert werden. Die Bedienung findet zwei- bis dreimal in der Woche statt. Dafür werden zwei Wagengarnituren und drei Containergarnituren benötigt, die aus dem am Wochenende nach Tuttlingen fahrenden Ganzzug gebildet werden.
- Transportiert wird der Müll unverdichtet in ACTS-fähigen 20-Fuß-Containern. Der Transport der beladenen Container von den drei Umladestellen zu den Bahnhöfen und zurück erfolgt mit Lkw. Der Umschlag zwischen Lkw und Eisenbahntragwagen kann ohne weitere Hilfsmittel erfolgen.
- Für den Landkreis Tuttlingen wird der Umschlag vom Lkw auf die Bahn im Bahnhof Immendingen vorgeschlagen.
- Für den Landkreis Sigmaringen werden folgende alternativen Konzeptionen für den Umschlag zwischen Straße und Schiene vorgeschlagen:
  - Umschlag nur am Bahnhof Mengen,
  - Umschlag am Bahnhof Mengen von „Deponie Ringgenbach“ und am Bahnhof Bad Saulgau von Umladestelle Bad Saulgau sowie
  - Umschlag nur am Bahnhof Hanfertal.
- In Ulm werden die Container per Lkw vom Rangierbahnhof Ulm zum Müllbunker in der Müllverbrennungsanlage transportiert.

Die Entwicklung eines detaillierten Transportkonzeptes für die im Demonstrator unberücksichtigten Abfallfraktionen ist nicht möglich, da hierfür die Kenntnis konkreter Transportrelationen Voraussetzung ist. Die Wertstofffraktionen Glas, Papier/Pappe/Karton und Metalle werden je nach Marktsituation zu verschiedenen Recyclingbetrieben gebracht. Ein länger gültiges Transportkonzept ist damit aufgrund ständig wechselnder Ziele nicht möglich.

Da die Demonstratoren und das bestehende Güterverkehrskonzept bereits recht gut ausgelastet sind, ist die verfügbare Kapazität für zusätzliche Transporte beschränkt. Beim Hinzu-

kommen weiteren Transportvolumens wird unter Umständen die Kapazitätsgrenze überschritten, so dass die Erarbeitung eines neuen Konzeptes erforderlich ist.
Hinsichtlich der Fortführung der in EBEK vorgeschlagenen Demonstratoren haben die Landkreise unterschiedlich reagiert:

- Der Landkreis Sigmaringen wird zunächst den Straßentransport beibehalten und den Gedanken der schienengestützten Transportkette nicht weiterverfolgen.
- Aufgrund der leicht negativen CO_2-Bilanz des Bahntransports im Vergleich zum Straßentransport wird auch im Landkreis Tuttlingen der Gedanke des Bahntransports nicht weiterverfolgt.
- Trotz des deutlichen Mehrpreises der schienengestützten Transportkette haben sowohl der Verwaltungs- und Technische Ausschuss des Kreistages des Zollernalbkreises als auch die Verbandsversammlung des Zweckverbands Abfallverwertung Reutlingen Tübingen ihr hohes Interesse an einer gemeinsamen schienengestützten Transportkette nach Stuttgart-Münster bekundet und daher ein aus dem Bearbeiterkreis von EBEK hervorgehendes Konsortium von Einrichtungen der Universität Stuttgart bestehend aus dem Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen, dem Arbeitsbereich Siedlungsabfall des Lehrstuhls für Abfallwirtschaft und Abluft sowie dem Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik beauftragt, vertiefende Untersuchungen, insbesondere mit dem Ziel der Kostensenkung, durchzuführen.

Parallel zur Entwicklung der Demonstratoren wurden Potenziale der Optimierung der Fahrzeug-, Behälter- und Umschlagtechniken, der Verbesserung der Ressourcennutzung durch e-Business sowie der Integration der EBEK-Transportkette in die allgemeine Güterverkehrslogistik untersucht. Hierbei wurde unter anderem ein multifunktionaler Abfallcontainer entwickelt, der allen Anforderungen der EBEK-Entsorgungs- und Logistikkette entspricht. Eine e-Business - Plattform könnte helfen, die Auslastung der Transporte zu erhöhen und damit zu Kostensenkungen führen. Hierfür wird die Gründung einer Betreibergesellschaft vorgeschlagen.

Die Bearbeitung von EBEK wurde begleitet durch eine Analyse fördernder und hemmender Umsetzungsrahmenbedingungen.

Folgende hemmenden Umsetzungsrahmenbedingungen wurden ermittelt:

- Organisationsübergreifende Zusammenarbeit muss erst gelernt werden.
- Keine Bereitschaft, über die Grenzen der Zuständigkeit der eigenen Gebietskörperschaft hinaus Abfallmengen auszutauschen.
- Generelles Beharren an bestehenden Lösungen.

- Geringe Bereitschaft, sich von erprobten und bewährten Kooperationspartnern zu trennen.
- Bestehende Verträge mit unterschiedlichen und teilweise sehr langen Laufzeiten verhindern eine rasche Umsetzung einer neuen Konzeption.
- Mehrkosten können aufgrund des Gebührenrechts nicht toleriert werden.
- Fehlende oder unzureichende Gleisanlagen bei Versand und Empfang erschweren die technische Umsetzung.
- Hohe Streckenbelegung der eingleisigen Bahnstrecke.
- „Nachtruhe“ auf Bahnstrecke.
- Begrenzte Öffnungszeiten der annehmenden Müllverbrennungsanlage.

Als einzige fördernde Rahmenbedingung konnte die politische Unterstützung aus den zuständigen Gremien festgestellt werden.

1 Einleitung

Ziel des Forschungsvorhabens „Entwicklung und Bewertung schienenverkehrsgestützter Entsorgungsketten für den ländlichen Raum“ (EBEK) ist die Erstellung einer Konzeption für eine schienenverkehrsgestützte Entsorgungskette für Siedlungsabfälle für die von den beteiligten Gebietskörperschaften gebildete Beispielregion "Alb-Donau", die die regionale Infrastruktur für die Abfallaufbereitung und -verwertung nutzt. Dabei soll insgesamt eine möglichst geringe Umweltbelastung durch die notwendigen Abfalltransporte unter Beachtung betriebswirtschaftlicher Erfordernisse erreicht werden. Ein weiterer Bestandteil des Projektes ist die Untersuchung bestehender und zukünftiger E-Business-Handelsplattformen speziell für den Abfall- und Wertstoffhandel. Mit der Untersuchung sollen Synergien zu anderen Logistiksystemen erkannt und Wege aufgezeigt werden, wie die logistische Infrastruktur besser genutzt und unter Beachtung von Umweltzielen und betriebswirtschaftlichen Erfordernissen eine Verbesserung gegenüber der heutigen Situation erreicht werden kann. Bei dem Vorhaben handelt es sich um eine grundsätzliche Untersuchung, in der geprüft werden soll, unter welchen Randbedingungen es möglich ist, große Anteile der Mülltransporte auf die Schiene zu verlagern. Dabei ist zunächst keine unmittelbare Umsetzung vorgesehen.

Partner des zweijährigen Forschungsvorhabens, das am 01.01.2002 begonnen und zum 31.03.2004 abgeschlossen wurde, sind vier Institute der Universität Stuttgart (Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen (IEV), Institut für Fördertechnik und Logistik / Abt. Lagertechnik und Logistik (IFT-LL), Lehrstuhl für Abfallwirtschaft und Abluft / Arbeitsbereich Siedlungsabfall (SIA), Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik (VUV)) und die Hohenzollerische Landesbahn AG (HzL).

Die sechs baden-württembergischen Landkreise Biberach, Reutlingen, Sigmaringen, Tübingen, Tuttlingen und Zollernalbkreis bilden die Beispielregion "Alb-Donau" (s. Abbildung 1-1). Die genannten Landkreise werden als Unterauftragnehmer in das Projekt einbezogen, wobei die Landkreise Reutlingen und Tübingen durch den Zweckverband Abfallverwertung Reutlingen-Tübingen vertreten sind, in dem sie ihre Abfallverwertung gebündelt haben. Durch die Unteraufträge wird sichergestellt, dass das Forschungsvorhaben ausreichend in die praktischen Bedürfnisse der beteiligten Gebietskörperschaften eingebunden wird. Die Unteraufträge sichern die Datenbereitstellung und die Beratung durch die Gebietskörperschaften.

Als weitere Unterauftragnehmer werden ein privater Entsorger (Fa. U-Plus, Ettlingen), ein Hersteller von Aufbauten (Fa. Georg Entsorgungssysteme GmbH, Neitersen) und ein konstruktives Berechnungsbüro (DELTA-X, Stuttgart) in das Projekt einbezogen.

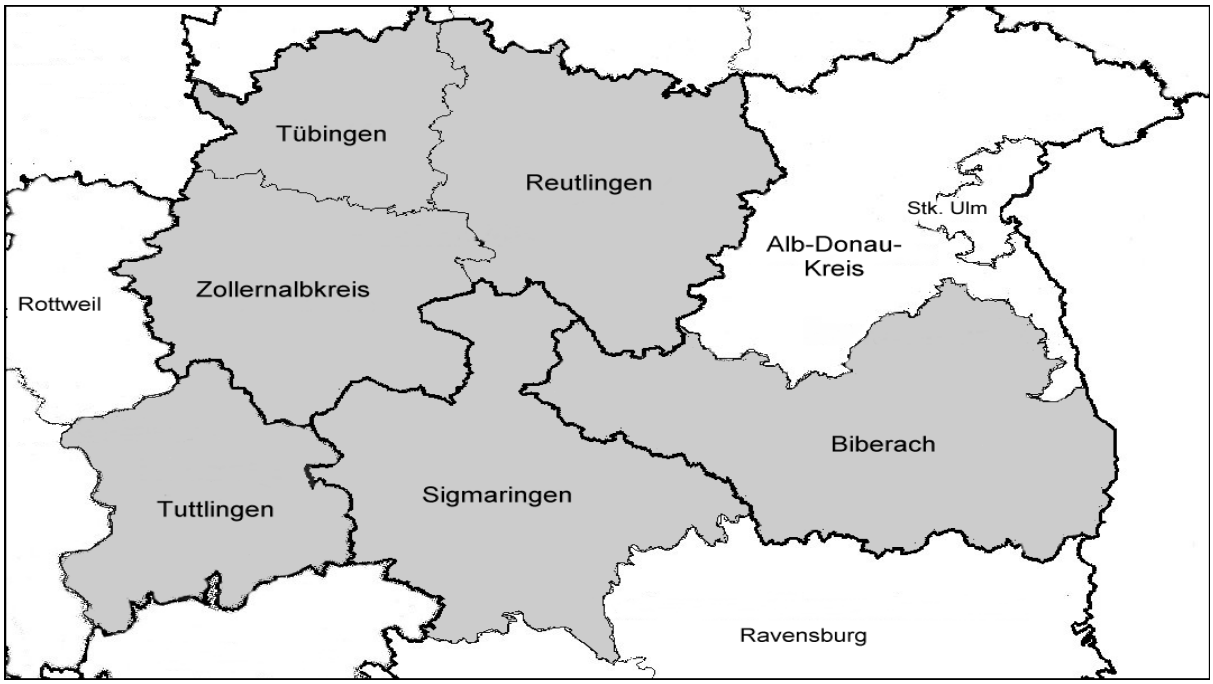


Abbildung 1-1: Die Beispielregion "Alb-Donau"

Abbildung 1-2 zeigt die Projektstruktur im Überblick.

Abbildung 1-3 zeigt den der Projektbearbeitung zugrunde liegenden ursprünglichen Zeitplan. Im Laufe der Bearbeitung wurde eine Verlängerung der Gesamt-Projektlaufzeit bis zum 31.03.2004 notwendig. Lediglich das Institut für Fördertechnik und Logistik / Abt. Lagertechnik und Logistik (IFT-LL) beendete seine Arbeiten bis zum 31.12.2003.

Der vorliegende Bericht ist der gemeinsame Schlussbericht aller beteiligten Partner. Er stellt im wesentlichen die mit den Fördermitteln des BMBF erarbeiteten Ergebnisse vor und erfüllt gleichzeitig die mit dem Zuwendungsbescheid ergangenen formalen Berichtspflichten.

Nach dieser Einleitung erfolgt zunächst in Kapitel 2 „Ausgangssituation“ ein kurzer allgemeiner Abriss über die Situation bzgl. der Abfalltransporte in den beteiligten Landkreisen und eine Einordnung des Forschungsvorhabens EBEK in die generelle Forschungslandschaft.

Das Kapitel 3 „Bestandsaufnahme der Siedlungsabfallmengen“ widmet sich dann der Vorstellung einer detaillierten quantitativen Analyse der heutigen Situation der Siedlungsabfallwirtschaft in den beteiligten Landkreisen.

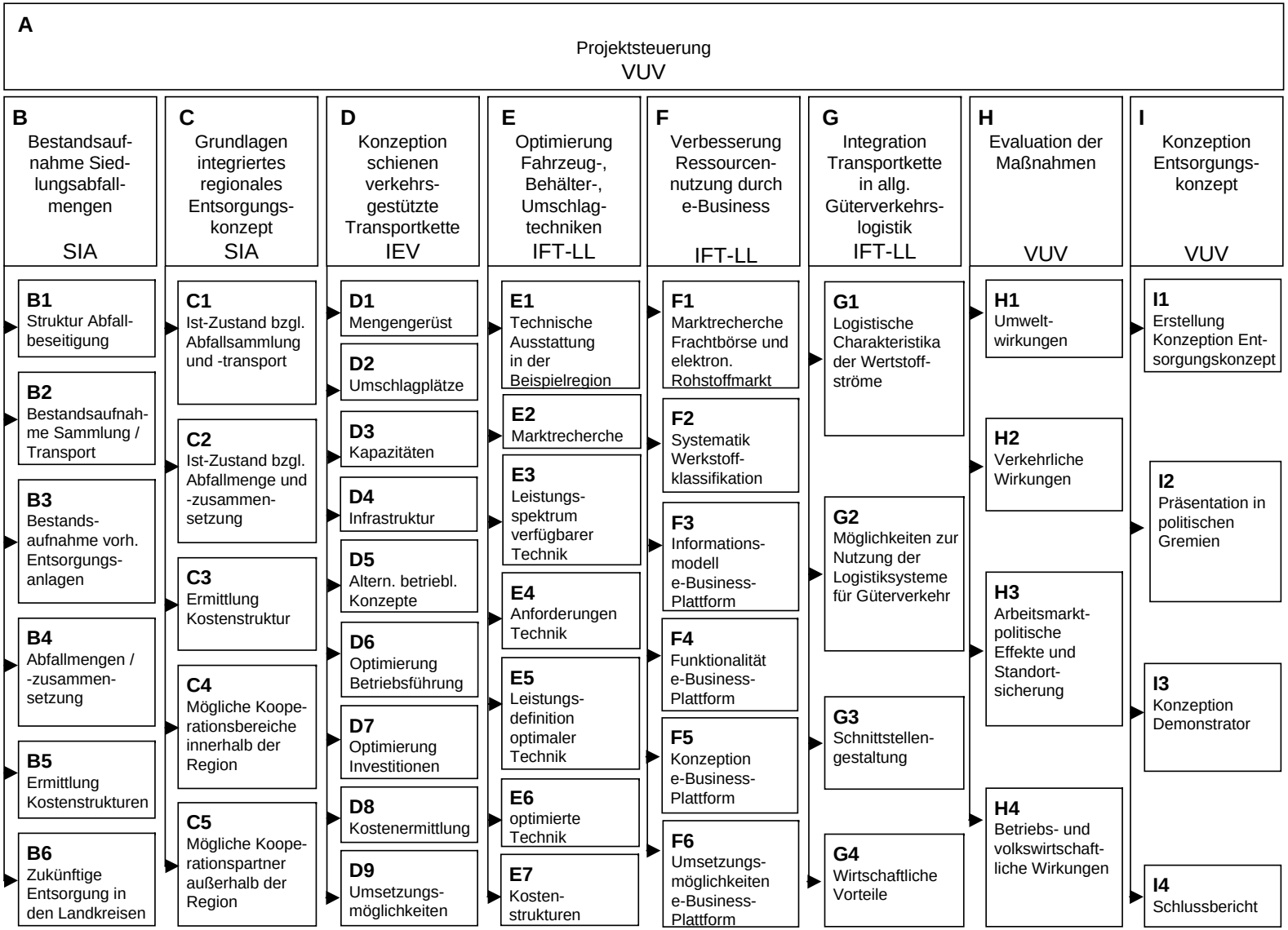
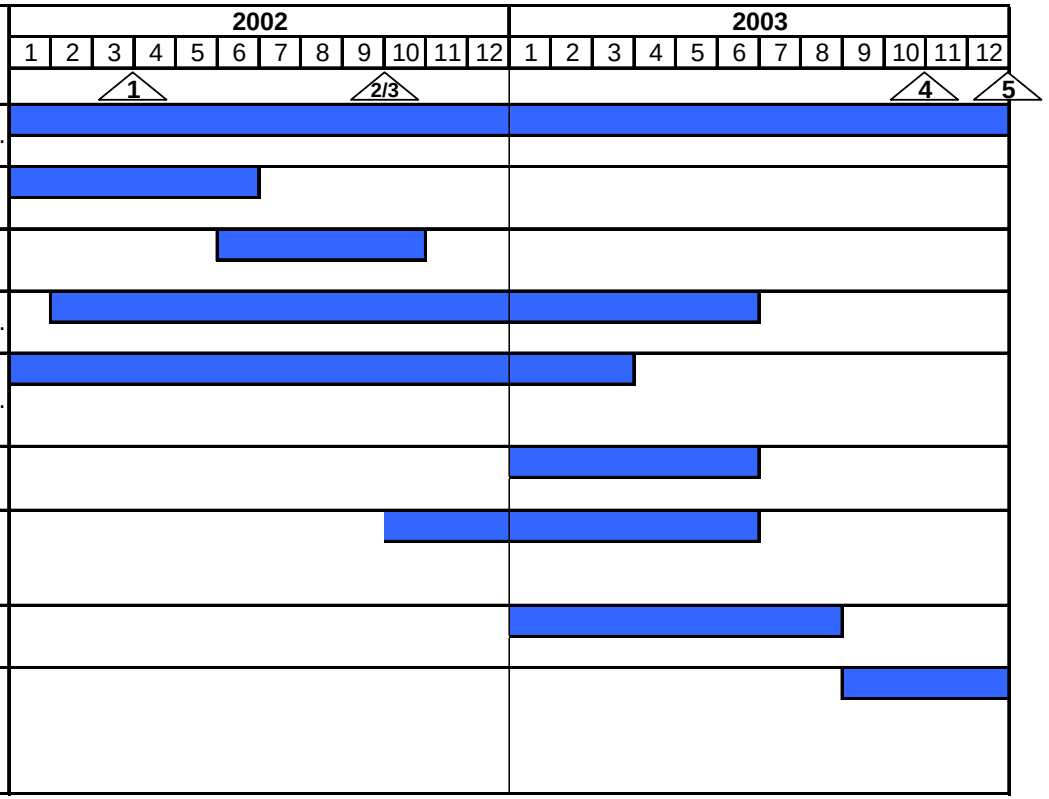


Abbildung 1-2: Projektstruktur EBEK

Nr.	Teilprojekt	Dauer
A	Projektsteuerung	24 Mon.
B	Bestandsaufnahme der heutigen und künftig zu erwartenden Siedlungsabfallmengen	6 Mon.
C	Erarbeitung der Grundlagen zur Erstellung eines integrierten regionalen Entsorgungskonzeptes	5 Mon.
D	Entwicklung einer Konzeption für eine schienenverkehrs-gestützte Transportkette für Siedlungsabfälle	17 Mon.
E	Entwicklung von Vorschlägen zur Optimierung der Fahrzeug-, Behälter-, und Umschlagtechniken innerhalb der Transportketten	15 Mon.
F	Verbesserung der Ressourcennutzung durch Einsatz der Methoden des e-Business zur Bündelung der Abfallströme	6 Mon.
G	Integration der Transportkette für Siedlungsabfälle (Abfälle zur Verwertung und Beseitigung) in die allgemeine Güterverkehrslogistik	9 Mon.
H	Evaluation der vorgeschlagenen Maßnahmen	8 Mon.
I	Erstellung einer Konzeption für ein regionales, schienenverkehrsgestütztes Entsorgungskonzept für die Beispielregion "Alb-Donau" und Präsentation in den politischen Gremien	4 Mon.



Meilenstein

MEILENSTEINE

Nr.	Termin	Inhalt
1	31.03.2002	Partner private Entsorgungswirtschaft sind gefunden.
2	30.09.2002	Projektbericht: Dokumentation des aktuellen Sachstands der Bearbeitung.
3	30.09.2002	Prüfung der grundsätzlichen Möglichkeit der Erstellung eines integrierten regionalen Entsorgungskonzepts (Abbruchmeilenstein!).
4	31.10.2003	Diskussion der ersten Ergebnisse mit Auftraggeber und Projektträger, um Möglichkeiten der Umsetzung zu diskutieren.
5	31.12.2003	Schlussbericht.

Abbildung 1-3: Ursprünglicher Zeitplan EBEK

Darauf aufbauend werden in Kapitel 4 die Grundlagen für ein integriertes regionales Entsorgungskonzept beschrieben, das in je einen Demonstrator für den nördlichen und den südlichen Teilraum mündet.

In Kapitel 5 „Konzeption schienenverkehrsgestützte Transportkette“ werden diese Demonstratoren detaillierter ausgearbeitet.

Kapitel 6 widmet sich der Optimierung der Fahrzeug-, Behälter- und Umschlagtechniken. Aufbauend auf einer Marktanalyse wird ein für den Einsatz im Rahmen der Demonstratoren optimierter Abfallcontainer entwickelt.

In Kapitel 7 „Verbesserung Ressourcennutzung durch e-Business“ wird geprüft, inwieweit Effizienzsteigerungen durch elektronische Frachtbörsen und Rohstoffmärkte möglich sind und wie diese im Rahmen der Demonstratoren von EBEK genutzt werden könnten.

Kapitel 8 „Integration Transportkette in die allgemeine Güterverkehrslogistik“ untersucht, wie die Demonstratoren von EBEK in die allgemeine Güterverkehrslogistik der Beispielregion eingebunden werden könnten.

Kapitel 9 „Evaluation der Maßnahmen“ ist von zentraler Bedeutung für das Forschungsvorhaben EBEK. Hier nun wird geprüft, welche Wirkungen die einzelnen Demonstratoren im Vergleich zum herkömmlichen Lkw-Transport haben. Untersucht werden

- Umweltwirkungen (Energieaufwendung, Freisetzung von Kohlendioxid sowie Emissionen von Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffen, Stickoxiden und Partikeln),
- verkehrliche Wirkungen,
- arbeitsmarktpolitische Effekte und Standortsicherung,
- betriebswirtschaftliche Wirkungen sowie
- volkswirtschaftliche Wirkungen (Kohlendioxid, Luftschadstoffe, Lärm, Unfälle).

Ergänzend werden fördernde und hemmende Umsetzungsrahmenbedingungen untersucht.

Kapitel 10 „Abschließende Konzeption Entsorgungskonzept“ schließt den inhaltlichen Teil mit einer zusammenfassenden Beurteilung der Demonstratoren ab.

Die Kapitel 11 „Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse“ und 12 „Erfolgte und geplante Publikationen“ entsprechen der formalen Berichtspflicht gegenüber dem BMBF.

2 Ausgangssituation

2.1 Abfallentsorgung in den Landkreisen

Mit dem 1996 in Kraft getretenen Kreislaufwirtschafts-Abfallgesetz hat der Gesetzgeber - in Kombination mit den entsprechenden Verordnungen und Verwaltungsvorschriften - ein Regelwerk geschaffen, bei dem das Management von Abfällen verstärkt den marktregulativen Mechanismen überlassen werden sollte. In der Konsequenz dieser ökonomischen Betrachtungsweise sind Abfälle - insbesondere Gewerbeabfälle zur „Verwertung“ - aus der regionalen Abfallbewirtschaftung ausgegliedert und einem europaweiten Vermarktungsweg zugeführt worden. Durch die Vorgaben der Technischen Anleitung Siedlungsabfall (TASI, 1993) dürfen ab dem Jahr 2005 keine Abfälle abgelagert werden, die einen Glühverlust von >5% aufweisen. Das heißt beim jetzigen Stand der Technik, dass Abfälle thermisch vorbehandelt werden müssen. Mit dem Eckpunktepapier des Bundesumweltministeriums (1999) wird die Ergänzung der TASI bzw. eine Neugestaltung der Verordnungen um den Punkt der mechanisch-biologischen Vorbehandlung diskutiert. In der Kombination mit einer ganzen Reihe von anderen Verordnungen des Bundes und auch der Europäischen Union - z.B. Altautoverordnung, EU-Elektronikschrottverordnung - sind die entsorgungspflichtigen Gebietskörperschaften gezwungen, eigene Behandlungskapazitäten zu planen, vorzuhalten oder Kooperationen mit anderen Gebietskörperschaften oder Dritten einzugehen. Diese Abfallbewirtschaftung mündete in der Tatsache, dass die Kommunen die Sammlung, den Transport sowie die Behandlung an Dritte (private Entsorger) übertragen oder versuchen, ihre Abfälle in bestehenden Müllverbrennungsanlagen kostengünstig zu entsorgen (Z.T. sind diese Verträge mit einer Rücknahme der entsprechenden Reststoffmengen gekoppelt). Die Auswirkungen der oben genannten gesetzlichen Vorgaben führten dazu, dass die entsorgungspflichtigen Gebietskörperschaften nach Behandlungskapazitäten suchen, um die Vorgaben der TASI zu erfüllen.

Beide Prinzipien – sowohl kommunale Beseitigungszwänge als auch ökonomische Kriterien im Gewerbe - führten dazu, dass die bestehenden dezentralen oder regionalen Abfallbewirtschaftungsmaßnahmen nicht ausgelastet oder gar nicht erst vorgehalten wurden und die gesamte Abfalllogistik - inklusive einer Art Lagerhaltung - auf die Straße verlagert wurden. Somit wurde die umweltpolitisch gut gemeinte Absicht einer weitgehenden Verwertung von Siedlungs- und Gewerbeabfällen durch in großem Umfang auftretende zusätzliche Transporte, die zudem zumeist unkoordiniert verlaufen, konterkariert. Mit der Umsetzung der TASI wird diese Entwicklung weiter verstärkt werden. Am Beispiel eines zusammenhängenden größeren ländlich geprägten Raumes mit einzelnen (groß)städtischen Agglomerationen soll daher untersucht werden, wie durch eine Gebietskörperschaften übergreifende Gestaltung

von Entsorgungsketten[1] dieser Gefahr entgegengewirkt werden kann. Bei der Optimierung der Transportketten soll dabei insbesondere die mögliche Rolle des allgemein als besonders umweltfreundlich geltenden Bahntransports untersucht werden.

Angesichts dieses Aufgabenprofils für die beabsichtigte Untersuchung erweist sich die Beispielregion "Alb-Donau"[2] mit den Landkreisen Biberach, Reutlingen, Sigmaringen, Tübingen, Tuttlingen und Zollernalbkreis aus mehreren Gründen als besonders geeignet:

- In dieser Beispielregion existieren bereits heute zahlreiche Abfallbehandlungsanlagen. Gleichzeitig wird gegenwärtig Gewerbemüll über große Strecken auch nach außerhalb der Beispielregion transportiert. Ebenso wird auch Restmüll zu außerhalb der Region gelegenen Müllverbrennungsanlagen gefahren. Für die Zukunft bestehen hier bereits langfristige Verträge, die die Landkreise zwar binden, deren konterkarierende Effekte aber ggf. durch Gebietskörperschaften übergreifende Kooperation gemildert werden könnten.
- Die sechs Landkreise bilden zusammen einen großen, zusammenhängenden ländlichen Bereich mit einzelnen (groß)städtischen Agglomerationen. Durch die Größe ist zunächst sichergestellt, dass in der Summe größere Müllmengen entstehen, die es sinnvoll erscheinen lassen, den insbesondere bei großen Mengen als besonders effizient und ökologisch geltenden schienengebundenen Transport in die Überlegungen einzubeziehen. Durch den Gegensatz stark ländlich geprägter Teilräume und teilweise großstädtischer Agglomerationen können auch die jeweiligen spezifischen Unterschiede in der Bedienung dieser Teilräume herausgearbeitet werden.
- Die sechs Landkreise bilden im wesentlichen das Bedienungsgebiet der Hohenzollerischen Landesbahn (HzL), einer nichtbundeseigenen Eisenbahn. Die HzL ist interessiert und bereit, entsprechende neue Güterverkehre zu übernehmen. Dabei verkehrt die HzL in diesem Gebiet teilweise auf eigenen Strecken, teilweise auf Strecken der Deutschen Bahn AG.

Abbildung 1-1 zeigt die Beispielregion. In diesem Demonstrationsgebiet leben ca. 10% der Bevölkerung von Baden-Württemberg auf einem Flächenanteil von ca. 16%. Die durchschnittliche Bevölkerungsdichte beträgt 212 E/qkm (109-395 E/qkm je Landkreis). Im baden-württembergischen Landesdurchschnitt beträgt die Bevölkerungsdichte 291 E/qkm (105-

[1] Die Entsorgungskette umfasst die integrierte Gestaltung sowohl der Verwertung, Behandlung und Beseitigung der Abfälle als auch der Transportkette.

[2] Diese Beispielregion "Alb-Donau" ist keine offizielle Gebietskörperschaft in Baden-Württemberg. Vielmehr wurde dieser Begriff speziell für die vorgeschlagene Untersuchung in der Zusammenfassung der unter inhaltlichen Aspekten ausgewählten Landkreise gewählt. Mit der Bezeichnung "Alb-Donau" wird eine gewisse geographische Gemeinsamkeit der insgesamt sechs Landkreise aufgegriffen.

2819 E/qkm je Kreis). Das Demonstrationsgebiet lässt sich demzufolge als ländlich strukturiert einstufen.

Aufgrund bestehender Kooperationsverträge zwischen den Landkreisen und Müllverbrennungsanlagen müssen spätestens ab 2005 jährlich ca. 182.000 Tonnen Restabfälle behandelt werden. Allein für die Landkreise Reutlingen, Sigmaringen und Tübingen würde sich hieraus ein zusätzliches Transportaufkommen auf der Straße von jährlich 24 Mio. Tonnenkilometern ergeben.

In der Tabelle 2-1 sind die momentanen Abfallmengen (1998) der zu betrachtenden Landkreise zusammengefasst. Im Bezugsjahr wurden im Zielgebiet 205.419 Tonnen Wertstoffe getrennt gesammelt und 182.547 Tonnen Restabfälle beseitigt. Insgesamt wurden somit 387.966 Tonnen Abfälle zur Verwertung und zur Beseitigung auf der Straße transportiert.

Tabelle 2-1: Ausgewählte Abfallmengen in Tonnen in den relevanten Gebietskörperschaften, 1998. (Abfallbilanz 1998, Baden-Württemberg)

Bilanz 1998	Einwohner		Getrennt gesammelte Wertstoffe				
t/a		Rest-müll[*1]	PPK	Glas	Verpa-ckung	Bioabfall	E-Schrott
Biberach	179.683	37.374	17.968	5.390	8.319		692
Reutlingen	274.608	42.015	21.694	8.787	6.673	14.280	500
Sigmaringen	131.851	15.295	9.757	4.219	6.738		113
Tübingen	205.131	26.872	16.000	6.359	6.277	6.154	488
Tuttlingen	131.077	29.230	9.044	3.932	4.404	7.734	180
Zollernalbkreis	192.493	31.761	13.282	5.967	6.352	13.667	449
Gesamt	**1.114.843**	**182.547**	**87.745**	**34.654**	**38.763**	**41.835**	**2.422**

[*1] Haus-, Sperrmüll, Gewerbe- und Baustellenabfälle inkl. Sortierreste

In den relevanten Gebietskörperschaften finden sich unterschiedliche Abfallbehandlungsanlagen. In diesen werden Wertstoffe, u.a. PPK (Papier / Pappe / Karton), Glas, LVP (Leichtverpackungen), DSD (Duales System Deutschland) und Gewerbeabfälle, aufbereitet. Zusätzlich werden in fünf Anlagen Bioabfälle kompostiert. Dabei zeigt sich, dass in der Region keine flächendeckende Bioabfallkompostierung durchgeführt wird. Ein Großteil der gesammelten Bioabfälle wird in der Kompostierungsanlage Singen, in Sachsen und in Thüringen behandelt. Nicht verwertbare Abfälle werden momentan auf den kommunalen Siedlungsabfalldeponien beseitigt.

Abbildung 2-1 zeigt die Schieneninfrastruktur in der Beispielregion. Das für eine ländlich geprägte Region relativ engmaschige Netz zeigt, dass es möglich ist, den schienengebundenen Transport als Rückgrat der notwendigen Transporte von Siedlungsabfall heranzuziehen. Gleichzeitig bestehen in Aulendorf, Ulm, Tübingen, Horb und Tuttlingen Anschlüsse an das Gesamtnetz der Deutschen Bahn AG.

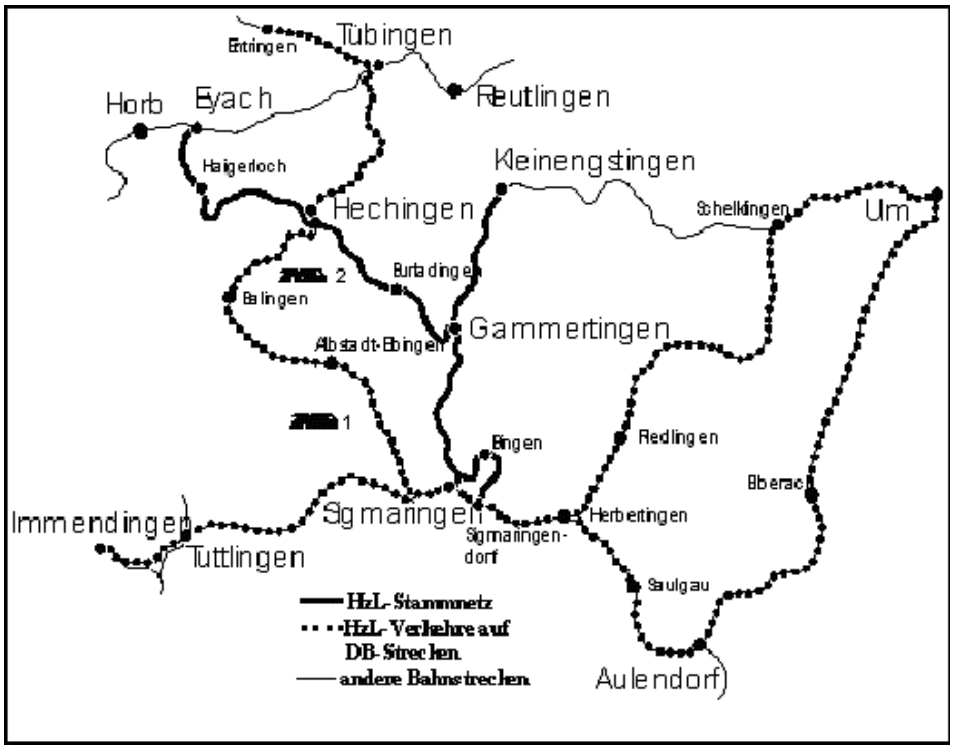


Abbildung 2-1: Netz der HzL-Schienenverkehre (Stand 2000)

Aufgrund der gesetzlichen Vorgaben und fehlender eigener Restmüllbehandlungskapazitäten in der Beispielregion wird die notwendige Verkehrsleistung in der Entsorgungskette stark ansteigen.

2.2 Stand der Wissenschaft und Technik

Bei einer im Rahmen der Antragstellung durchgeführten Literaturrecherche wurde deutlich, dass alle bis dato bekannten Projekte, die den schienengestützten Transport von Abfällen zum Inhalt hatten, unter unterschiedlichsten Randbedingungen durchgeführt wurden. Dabei kann insgesamt festgestellt werden, dass kein zu EBEK vergleichbarer Untersuchungsansatz vorliegt.

EBEK kann daher im Hinblick auf

- die Integration der Entsorgung verschiedener Abfallkomponenten,

- die Integration der Anforderungen für die Abfallentsorgung und der Anforderungen für ein schienenverkehrsgestütztes Logistikkonzept zur Abfallbeseitigung,
- die zielgerichtete Entwicklung spezifischer Technologien im Fahrzeug- und Behälterbereich,
- die Integration der Abfallentsorgungskonzepte mehrerer eigenverantwortlicher Gebietskörperschaften sowie
- die Anwendung im ländlichen Raum

als innovativ und zukunftsweisend bezeichnet werden. Dies gilt insbesondere für die angestrebte Gesamtoptimierung der Abfallentsorgung in der Beispielregion "Alb-Donau".

3 Bestandsaufnahme der Siedlungsabfallmengen

3.1 Struktur der Abfallbeseitigung

Um Aussagen über die Abfallbeseitigung, Transportketten und Abfallströme in den einzelnen Landkreisen, Kooperationsmöglichkeiten mit anderen Landkreisen und darüber hinaus treffen zu können, müssen zuerst die unterschiedlichen Entsorger und deren Verträge ermittelt werden (Tabelle 3-1 und Tabelle 3-2). Verträge bei der Entsorgung von Siedlungsabfall werden meist über einen sehr langen Zeitraum abgeschlossen, daher ist es oft nicht einfach, Kooperationen mit Nachbarlandkreisen und deren Entsorger einzugehen. Ende letzten Jahres und diesen Jahres laufen die Verträge in Reutlingen, Tübingen und Tuttlingen unter anderem auch in den Bereichen Sperr- und Hausmüll aus und werden neu ausgeschrieben. Auch die Leistungsverträge mit der DSD AG müssen neu ausgeschrieben werden. Die Verträge mit den einzelnen Entsorgern in den restlichen Landkreisen dauern bis maximal 2007.

Tabelle 3-1: Entsorger und deren Verträge mit den einzelnen Landkreisen

	HM	**Vertrag**	**Sperrmüll**	**Vertrag**	**PPK**	**Vertrag**
Tuttlingen	Heinemann (SITA)	31.12.04	Heinemann	31.12.04	Heinemann	31.12.04
Reutlingen	Koch und Stoosss	31.12.03	Koch und Stoosss	31.12.03	WRS	31.12.03
Tübingen	Koch und Stoosss	31.12.03	Koch und Stoosss	31.12.03	WRS	31.12.03
Zollernalbkreis	RWE Umwelt	31.07.07	Unterschiedl. Entsorger	k.A. möglich	Heinemann und Bogenschütz	31.12.03
Biberach	Alco Süd	31.12.10	Alco Süd	31.12.10	Selbstvermarktung Vertrag mit MB+	offen
Sigmaringen	Kaspar Blattner U Plus Michelberger	31.12.07 31.12.05 31.12.05 31.12.06	Kaspar Blattner U Plus Michelberger	31.12.07 31.12.05 31.12.05 31.12.06	Firma MB Plus im Auftrag des LDK Sigmaringen bzw. DSD	31.12.03.

Die Landkreise Reutlingen und Tübingen arbeiten in der Entsorgung von Siedlungsabfall sehr eng zusammen. Die gleichen Entsorger sind sowohl im einen wie auch im anderen Landkreis zuständig. Zusätzlich wird fast - bis auf eine sehr geringe Menge - der gesamte

Hausmüll der beiden Landkreise auf der Hausmülldeponie in Reutlingen (Schinderteich) entsorgt.

Tabelle 3-2: Abfallentsorger der einzelnen Fraktionen in den einzelnen Landkreise und deren Verträge mit den Landkreisen

	Glas	**Vertrag**	**LVP (Leichtverpackungen)**	**Vertrag**	**Bioabfall**	**Vertrag**
Tuttlingen	Heinemann	31.12.04	Heinemann	31.12.04	BRS GmbH	2015
Reutlingen	WRS	31.12.03	WRS	31.12.03	Koch und Stoosss	31.12.03
Tübingen	WRS	31.12.03	WRS	31.12.03	Koch und Stoosss, GEBA	31.12.03
Zollernalbkreis	Heinemann	31.12.03	Heinemann	31.12.04	RWE	31.12.07
Biberach	Selbstvermarktung Vertrag mit MB+	31.12.04	MB+	31.12.03	Keine Sammlung	-
Sigmaringen	U Plus	31.12.03	U Plus	31.12.03	Keine Sammlung	-

Die restlichen Landkreise gehen mit keinen anderen Gebietskörperschaften Entsorgungskooperationen im Bereich Hausmüll ein, obwohl es von der Entfernung her oft kürzer wäre, z. B. den Restmüll im Nachbarlandkreis zu deponieren. Die unterschiedlichen Entsorgerverträge in den Regionen machen dies unmöglich. Alle Landkreise bis auf den Landkreis Sigmaringen lagern ihren Müll auf ihren Deponien ab. Sigmaringen entsorgt nur noch eine geringe Menge auf der landkreiseigenen Deponie und transportiert den Rest zur Müllverbrennungsanlage nach Ulm. 307 Restmüllfahrten und 83 Sperrmüllfahrten gehen zum Müllheizkraftwerk nach Ulm, lediglich 66 Fuhren gingen im Jahr 2001 zur Hausmülldeponie. Sigmaringen transportiert seinen Müll auf der Straße zur Müllverbrennungsanlage nach Ulm (Abbildung 3-1). Die blauen Punkte in der Abbildung symbolisieren die Hausmülldeponien der jeweiligen Landkreise. Die roten Pfeile den Weg des Hausmülls zur Entsorgung.

Da die Firma U Plus und Firmen, die der U Plus Gruppe angehören, in mehreren Landkreisen viele Fraktionen sammeln und entsorgen, wurde dieses Entsorgungs- und Verwertungsunternehmen für die weiteren Untersuchungen in das Verbundvorhaben eingebunden. Somit können Detailfragen direkt an den Entsorger gestellt werden.

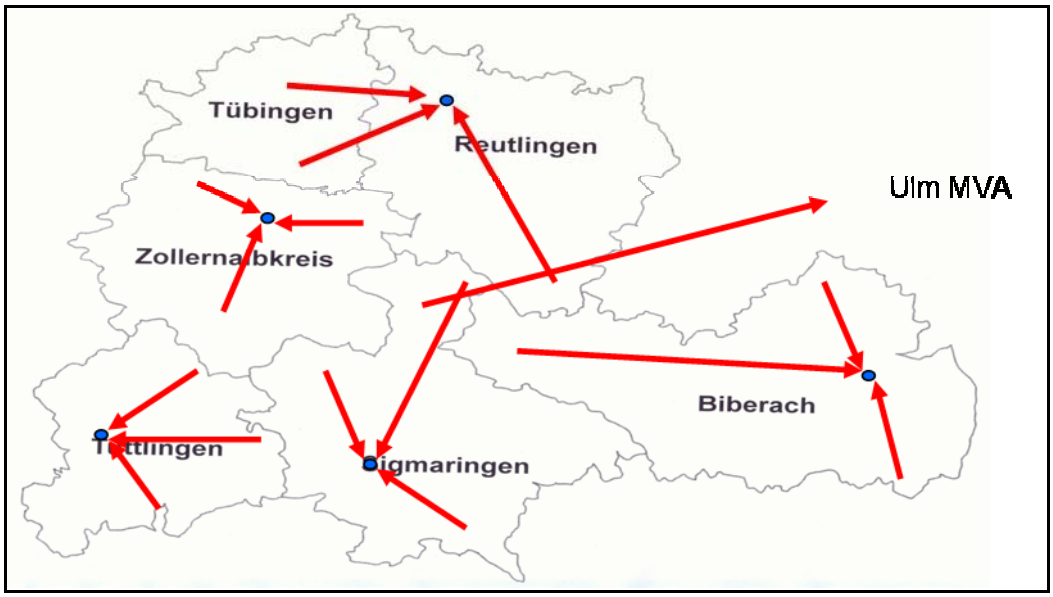


Abbildung 3-1: Hausmüllentsorgung in der Beispielregion bis zum Jahre 2005

3.2 Bestandsaufnahme Sammlung und Transport

3.2.1 Transport

In den Landkreisen wird der Siedlungsabfall unterschiedlich zur Verwertungsanlage oder Deponie transportiert. Es gibt zwei unterschiedliche Möglichkeiten der Müllentsorgung. Einmal den gebrochenen Transport (Abbildung 3-2). Das bedeutet, dass der Müll nicht direkt zur Anlage gelangt, sondern vorher umgeschlagen wird, um dann mit einem größeren Fahrzeug weitertransportiert zu werden. Somit werden insgesamt Transportkilometer eingespart und das Fahrzeug kann die Entsorgungstour fortsetzen. Dieser Umschlag kann sowohl bei Wertstoffen als auch bei Hausmüll erfolgen.

Eine andere Art der Sammlung und Transport in der Beispielregion ist der direkte Transport. Hierbei findet kein Umschlag der jeweiligen Fraktion statt. Diese wird direkt zur Entsorgungs- oder Recyclinganlage transportiert (Abbildung 3-3). Es entstehen hierbei größere Entfernungen, die zurückgelegt werden müssen.

Eine weitere Möglichkeit der Mülltransports auf der Straße ist der Transport mit einem MSTS Systems (Multi Service Transport System). Dieses System ermöglicht die Trennung von Sammlung und Transport mit Hilfe eines Wechselcontainersystems. Hierbei wird, nachdem das Müllfahrzeug befüllt wurde, der volle Wechselbehälter auf einem reviernahen Umschlagplatz abgesetzt und einen leeren Behälter aufgenommen. So können die Abfallsammelfahrzeuge sofort ins Sammelgebiet zurückfahren und die Sammeltour fortführen.

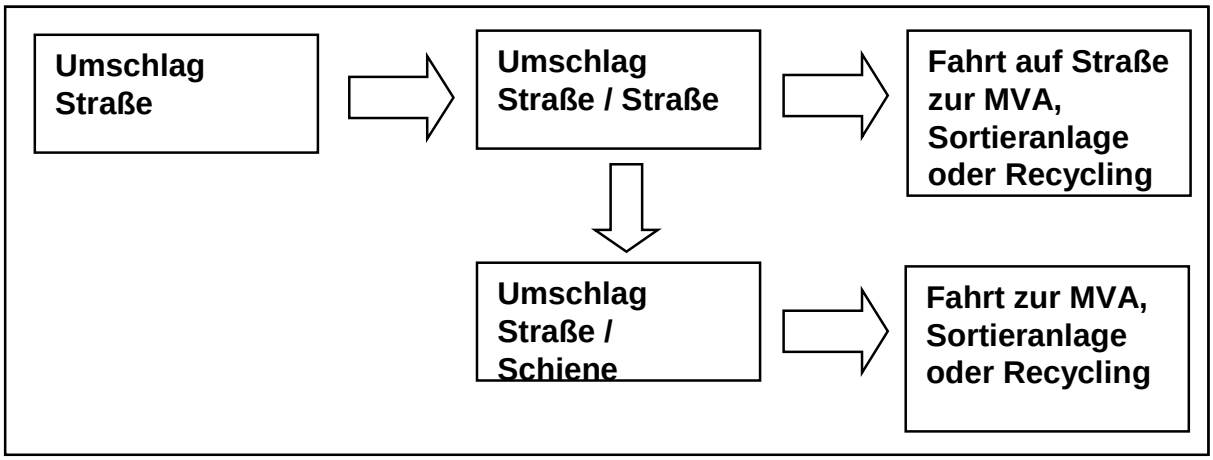

Umschlag Straße
Umschlag Straße / Straße
Fahrt auf Straße zur MVA, Sortieranlage oder Recycling
Umschlag Straße / Schiene
Fahrt zur MVA, Sortieranlage oder Recycling

Abbildung 3-2: gebrochener Transport

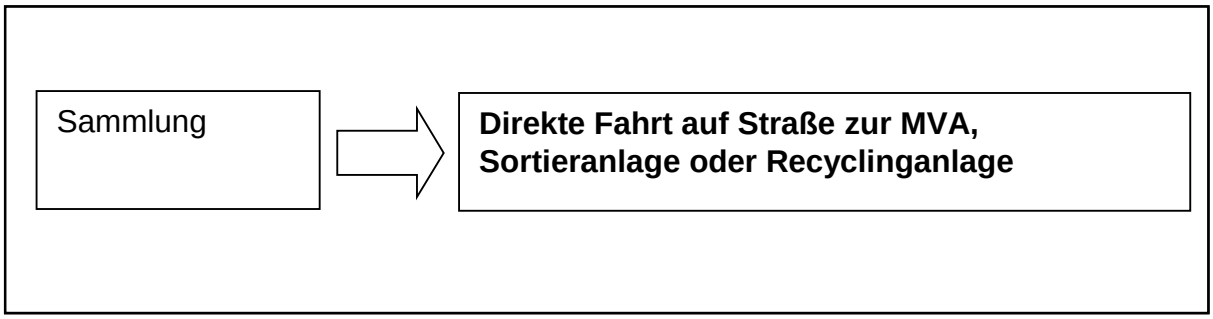


Abbildung 3-3: direkter Transport

3.2.2 Sammlung

Im Folgenden wird die Struktur der Abfall- und Wertstoffentsorgung der sechs Beispiellandkreise dargestellt (Tabelle 3-3). Des Weiteren gibt die Tabelle 3-4 einen Einblick in das Wertstoffaufkommen nach Art der Erfassung (Stand 2001). Sie zeigt das gesamte Wertstoffaufkommen der einzelnen Landkreise und die Verteilung der Mengen auf die unterschiedlichen Bring- und Holsysteme. Hier wird nicht unterteilt auf die einzelnen Fraktionen.

3.2.2.1 Rest- und Sperrmüll

Der Restmüll wird in allen Landkreisen per Holsystem bei den Bürgern abgeholt. Normalerweise geschieht dies 14-tägig oder vierwöchig. Die Tonnengrößen variieren vom 60-l-Behälter bis zur 1,1-m³-Tonne bei Restmüll. Teilweise sind die Behälter in Bürgerbesitz. Die Bürger haben zusätzlich die Möglichkeit, kleinere Mengen an Müll bei der Deponie anzuliefern. Hier kommen extra Kosten auf den Bürger zu.
Die Sperrmüllentsorgung verhält sich in den einzelnen Landkreisen unterschiedlich. Teilweise wird der Sperrmüll zwei Mal im Jahr an einem gewissen Tag abgeholt, teilweise bekommen die Bürger zwei Sperrmüllabholkarten, mit denen sie dann eine gewisse Menge an

Sperrmüll zwei Mal im Jahr abholen lassen können. Zusätzlich können auch noch Mengen auf der Deponie angeliefert werden.

Landkreis Tuttlingen

Der Restmüll im Landkreis Tuttlingen wird 14-tägig von den einzelnen Haushalten abgeholt und wird dann direkt zur Deponie nach Talheim transportiert, ohne umgeladen zu werden. Dort wird der Müll dann eingebaut.

Sperrmüll wird an zwei fixen Terminen im Jahr beim Bürger eingesammelt. Zusätzlich kann der Sperrmüll gegen eine Gebühr bei der Deponie abgegeben werden.

Landkreis Tübingen

Der Restmüll im Landkreis Tübingen wird in der Regel ebenfalls im 14-tägigen Rhythmus abgeholt. Der gebrochene Transport findet dann erst im Landkreis Reutlingen statt, dort wird der Müll umgeschlagen und auf der Deponie Schinderteich entsorgt.

Sperrmüll wird im ersten Halbjahr zu festen Terminen von den Haushalten abgeholt. Im zweiten Halbjahr besteht die Möglichkeit, den Sperrmüll auf Abruf abholen zu lassen.

Zollernalbkreis

Der Zollernalbkreis hat ebenfalls eine 14-tägige Restmüllentsorgung. Durch das oben erwähnte Multi Service Transport System (MSTS) wird der Müll dann zur Deponie Hechingen transportiert.

Sperrmüll wird hier einmal im Jahr beim Bürger abgeholt. Zusätzlich kann der Bürger selbst Sperrmüll auf der Deponie abliefern.

Landkreis Biberach

In Biberach findet die Restmüllsammlung ebenso alle zwei Wochen statt. Einen Umschlagplatz gibt es in Burgrieden, von wo aus der Hausmüll dann auf die Hausmülldeponie nach Reinstetten transportiert wird.

Sperrmüll wird hier auf Abruf mittels Karte, die der Bürger anfangs des Jahres zugeschickt bekommt, abgeholt. Zusätzlich können kleinere Mengen im Bringsystem auf der Deponie angeliefert werden.

Landkreis Sigmaringen

Der Restmüll, der 14-tägig abgeholt wird, wird je nach Gemeinde und der variierenden Menge entweder auf dem Umschlagplatz in Meßkirch-Ringgenbach, Gammertingen oder Bad Saulgau umgeschlagen. Von den einzelnen Umschlagplätzen wird der Müll dann teilweise erst nach Bad Saulgau oder direkt auf der Straße zur Müllverbrennungsanlage nach Ulm

transportiert. Im Jahr 2001 fanden 307 „Restmüllfahrten“ und 83 „Sperrmüllfahrten“ nach Ulm statt.
Sperrmüll wird nicht zu festen Terminen, sondern laufend während des ganzen Jahres auf Abruf abgeholt.

Landkreis Reutlingen
In Reutlingen kann man zwischen einer vier- oder zweiwöchigen Abholung des Restmülls wählen. Dieser wird dann im Landkreis umgeschlagen und auf der Deponie Schinderteich entsorgt.
Sperrmüll wird einmal im Jahr an einem bestimmten Tag beim Bürger abgeholt.

3.2.2.2 Biomüll

Für die Entsorgung von Biomüll haben alle Landkreise bis auf Biberach und Sigmaringen die „Braune Tonne“ eingeführt. Sie wird im Winter 14-tägig entleert und im Sommer, wegen der starken Geruchsentwicklung, wöchentlich. In den Landkreisen Biberach und Sigmaringen wird der Biomüll von dem Bürger selbst kompostiert bzw. durch die Restmülltonne entsorgt.

3.2.2.3 Glas

Der Wertstoff Glas muss in allen Landkreisen vom Bürger zu den vorhandenen Depotcontainern, die in den jeweiligen Landkreisen vorhanden sind, gebracht werden. Hier wird dann in Grün-, Braun- und Weißglas unterschieden. Die Glascontainer (z.B. 3,2m³ Schäfer Container vom System „Grumbach) werden mittels Kranfahrzeug mit Sattelaufleger entleert. Die Depotcontainer werden je nach Bedarf entleert. Nach Feiertagen findet meist eine zusätzliche Abholung wegen des höheren Aufkommens statt.

3.2.2.4 Papier

Bei der Entsorgung von Papier gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Es existiert das Hol- und das Bringsystem. In vielen Landkreisen ist auch beides möglich, da es viele Wertstoffhöfe oder Depotcontainer gibt. Beim Holsystem existiert die Vereinssammlungen und/oder eine Entsorgung über die „Papiertonne“. Die „Papiertonne“ wird alle vier Wochen entleert. Der Landkreis Biberach hat als einziger Landkreis keine Papiertonne. Die Termine der Abholung kann man dem „Abfallkalender“ entnehmen.
Papier kann in Wertstoffhöfen oder vielen Depotcontainerstandorten entsorgt werden. Der Wertstoff wird dann von den zuständigen Entsorgern abgeholt und zu den einzelnen Sortier- und Zerlegeeinrichtungen transportiert.

3.2.2.5 Kunststoffe (DSD)

In allen Landkreisen – Ausnahme ist der Landkreis Biberach – gibt es ein Holsystem für die Kunststoffe des DSD. In diesen Landkreisen gibt es den „gelben Sack“ oder die „gelbe Tonne“. Die Abholung ist vierwöchentlich.

Tabelle 3-3: System der Hausmüll- und Wertstoffsammlung der einzelnen Landkreise

	Biberach	**Reutlingen**	**Sigmaringen**	**Tübingen**	**Tuttlingen**	**Zollernalb**
Hausmüll	Holsystem	Holsystem	Holsystem	Holsystem	Holsystem	Holsystem
Sperrmüll	Hol- und Bringsystem	Bring- und Holsystem	Hol- und Bringsystem	Hol- und Bringsystem	Hol- und Bringsystem	Hol- und Bringsystem
PPK	Bringsystem	Holsystem	Hol-(nur Teilgemeinden) und Bringsystem	Holsystem	Hol- und Bringsystem	Hol- und Bringsystem
Glas	Bringsystem	Bringsystem	Bringsystem	Bringsystem	Bringsystem	Bringsystem
Kunststoffe	Bringsystem	Holsystem	Hol- und Bringsystem	Holsystem	Hol- und Bringsystem	Hol- und Bringsystem
Biomüll	–	Holsystem	–	Holsystem	Holsystem	Holsystem

Tabelle 3-4: Wertstoffaufkommen nach Art der Erfassung (Stand 2001)

	Aufkommen		**Davon über**			
	an Wertstoffen insgesamt		**Einstoff-behälter, De-pot-container und zentrale Sammel-stellen**	**Abhol-aktionen**	**Wertstoff-gemische aus Haushal-ten, Wertstoff-fe aus Sperrmüll**	**Wertstoffe aus Gewerbe aus Baustel-lenabfällen und Bau-schutt**
	[t]	[kg/ E*a]	[kg/ E*a]			
Tuttlingen	23.912	179	104	30	27	19
Reutlingen	44.333	159	63	75	21	0
Tübingen	35.977	172	56	95	21	–
Zollernalb-kreis	33.764	175	104	45	26	–
Biberach	31.609	172	137	35	–	–
Sigmaringen	20.854	156	135	8	13	–
Insgesamt:	190.449	1013	599	288	13	19

Abbildung 3-4: Umladeplatz und Wertstoffhof Unlingen (Landkreis Biberach)

3.3 Bestandsaufnahme der vorhandenen Entsorgungsanlagen

3.3.1 Sortier- und Zerlegeeinrichtungen

In vielen Regionen ist ein Bring- und ein Holsystem möglich. Die Wertstoffe werden dann von den zuständigen Entsorgungsfirmen zu den einzelnen Sortier- und Zerlegeeinrichtungen (Tabelle 3-5) transportiert. Beim Bringsystem müssen die Bürger ihre Wertstoffe zu den Wertstoffhöfen oder Depotcontainer transportieren.

Der Landkreis Biberach bringt seine Wertstoffe zur Sortierung nach Bad Saulgau (Landkreis Sigmaringen), der Zollernalbkreis seine DSD Kunststoffe ebenfalls in den Landkreis Sigmaringen nach Bad Saulgau, nach Grosselfingen, Balingen und nach Tuttlingen (Talheim), Die Landkreise Tübingen und Reutlingen transportieren ihre Wertstoffe zu den Firmen Koch und Stoosss nach Metzingen und Engstingen. Von dort aus werden die Wertstoffe des DSD durch Vertragspartner des „Dualen Systems Deutschland“ auf der Straße zu verschiedenen Verwertungsfirmen in Europa transportiert (Abbildung 2-6). Der Verwertungsort ist abhängig von dem Marktpreis der jeweiligen Fraktionen.

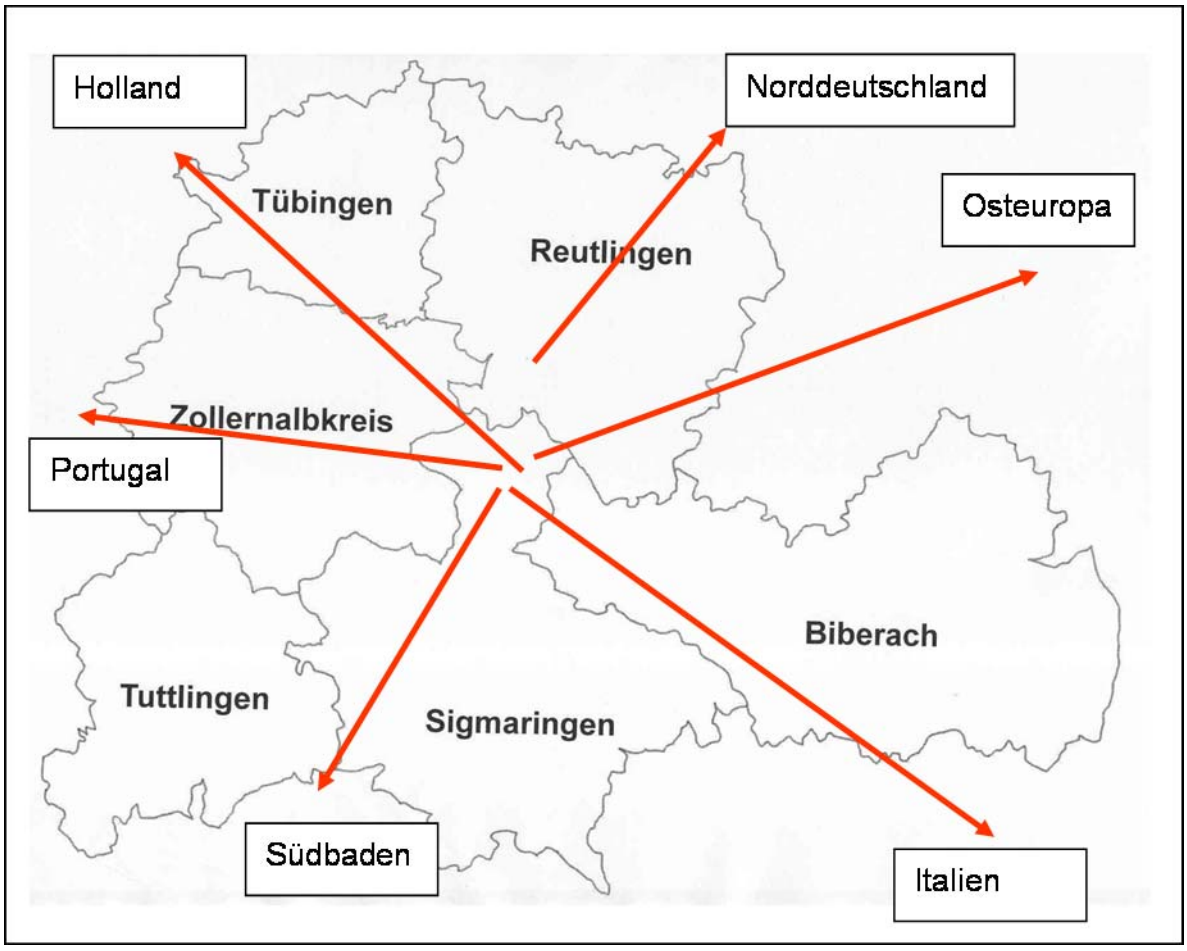


Abbildung 3-5: Wege der Wertstoffe zu den Recyclingfirmen

Papier wird hauptsächlich in den Papierfabriken im süddeutschen Raum recycelt.
Die LVP Fraktionen hingegen legen weitere Transportwege zurück: Castrop-Rauxel, Walra, Hürth etc.
Die PET Flaschen werden z. B. nach Norditalien, Dresden oder Limburg transportiert.
Glas gelangt u. a. nach Aachen, Stuttgart und Ravensburg und Plastikhohlkörper haben u. a. ihren Markt in Osteuropa.

Tabelle 3-5: Sortier- und Zerlegeeinrichtungen

Kreis	**Anzahl**	**Standort**	**Abfallart**
Tuttlingen	5	Trossingen Trossingen Tuttlingen Rietheim-Weilheim Villingen-Schwenn.	a a, b, c, d a, d d b
Reutlingen	5	Metzingen Münsingen Reutlingen Reutlingen Engstingen	a, b, c d a g a, b
Tübingen	3	Kusterdingen Tübingen Tübingen	a d a
Zollernalb-kreis	2	Balingen Grosselfingen	a, d a, d
Biberach	–		
Sigmaringen	1	Bad Saulgau	b

a = PPK; **b** = DSD; **c** = Glas; **d** = gemischt erfasste Abfälle und Bauabfälle; **g** = Zerleger von Elektro-/ Elektronikschrott

3.3.2 Hausmülldeponien und Umschlagplätze

Landkreis Biberach

Nach dem Umschlagen gelangt der Hausmüll auf die Hausmülldeponie Gutenzell-Hürbel (Reinstetten) (

Tabelle 3-6). Zusätzlich zum Hausmüll werden dort u. a. auch Sperrmüll, Abfälle der Umladestation, Inhalt des Störstoffcontainers von der mechanisch-biologischen Verwertung auf der Deponie, Erdaushub vom Dammbau und Deponiestraßenbau (Jahr 2001) sowie Abfälle zur Beseitigung angeliefert. Das Einbauvolumen beträgt 39.700 m³.

Tabelle 3-6: Hausmülldeponien in der Beispielregion (Stand 2001)

Kreis	**Standort**	**Einbauvolumen m^3 im Jahr 2001**	**Deponierestvolumen m^3 am 31.12.2001**
Tuttlingen	Talheim	39.989	466.400
Reutlingen	Reutlingen (Schinderteich) ZAV	53.000	427.000
Tübingen	Dusslingen (Rahnsbachtal) ZAV nur noch sehr kleine Mengen	3.730	397.000
Zollernalbkreis	Hechingen-Schlatt (Sauloch)	23.710	1.200.918
Biberach	Gutenzal-Hürbel (Reinstelten)	39.700	176.875
Sigmaringen	Messkirch-Ringgenbach	27.500	226.970

Landkreise Reutlingen und Tübingen

Der Restmüll der Landkreise Reutlingen und Tübingen wird je nach Entfernung auf dem Gelände der Firma Koch in Metzingen umgeschlagen, bei der Firma Stoosss oder direkt zur Deponie (Schinderteich) transportiert. Nur sehr geringe Mengen gelangen zur Deponie im Landkreis Tübingen. Angeliefert werden hier neben Restmüll u. a. Sperrmüll, Abfälle der Umschlagplätze, Erdaushub. Das Einbauvolumen (Stand 2001) beider Landkreise zusammen betrug ca. 56.730 m³ bei einem Restvolumen von 427.000 m³.

Landkreis Sigmaringen

Der gesamte thermisch behandelbare Abfall wird zur Müllverbrennungsanlage nach Ulm transportiert. Auf der Deponie in Messkirch-Ringgenbach wurden im Jahr 2001 verunreinigter Bodenaushub für Deponiebaumaßnahmen und geringe Mengen an Abfällen zur Beseitigung angeliefert. Die Deponie hat noch ein Restvolumen von 226.970 m³.

Landkreis Tuttlingen

Der Rest- und Sperrmüll, u. a. Gewerbemüll und Rückstände aus Sortieranlagen für Wertstoffgemische, des Landkreises Tuttlingen gelangt direkt auf die Mülldeponie (ein Einbauvolumen von 39.989 m³ und Restvolumen 466.400 m³) nach Talheim.

Landkreis Zollernalb

Im Zollernalbkreis gelangt der gesamte Haus- und Sperrmüll auf die Deponie Hechingen-Schlatt. Zusätzlich werden u. a. verunreinigter Bodenaushub, Abbruchmaterial und Bauschutt (dieser wird nur zum Wegebau, Abdeckung oder zur Rekultivierung verwendet) abgelagert.

Nach einem Einbauvolumen von 23.710 m³ beträgt das Deponierestvolumen 1.200.900 m³.

3.3.3 Bio- und Bio- / Grün- Abfallbehandlungsanlagen

In dem zu untersuchenden Gebiet gibt es insgesamt sechs Bio- und Bio- / Grünabfallbehandlungsanlagen und zwei Grünabfallkompostierungsanlagen (Tabelle 3-7), wobei in Reutlingen vier Anlagen stehen. Die Grüngutsammlungen finden vor allem im Herbst statt, da zu dieser Zeit durch Gartenarbeiten viel Grüngut anfällt.

Landkreis Biberach

Da in Biberach kein Biomüll gesammelt wird, gibt es hier auch keine Kompostanlage. Grüngut wird drei Mal im Jahr durch den Landkreis eingesammelt, kann aber auch direkt bei Landwirten im Landkreis abgegeben werden. Insgesamt fällt eine Menge von 30 kg/E*a an. Eine Annahmestelle gibt es auf der Müllumladestation in Unlingen und auf der SKU, Bauschuttdeponie.

Landkreis Tübingen

Auf die Kompostanlage in Neustetten kam im Jahr 2001 eine Menge von ca. 1.720 t. Der ZAV betreibt eine eigene kleine Biokompostierungsanlage in Tübingen-Derendingen mit einem Jahresdurchsatz von 1000 t/a Bioabfall. Zusätzlich hat er Verträge mit Dritten geschlossen, um die Verwertung und Vermarktung des Bioabfalls sicher zu stellen. Hierbei handelt es sich zum einen um einen Vertrag mit einem Landwirt im Landkreis Tübingen, der eine Anlage mit einer Jahreskapazität von 1775 t/a Bioabfall in Neustetten-Wolfenhausen betreibt. Der Rest der Bioabfallmenge des Landkreises Tübingen (ca. 3.500 t/a) wird von der Firma GEBA verwertet. Ein Teil des Bioabfalls geht auf die Deponie Dusslingen. Grüngut wird im Holsystem (zwei Mal im Jahr) entsorgt, kann aber auch zu Sammelstellen vom Bürger gebracht werden. Insgesamt fallen 50 kg/E*a an.

Tabelle 3-7: Bio- und Grüngutbehandlungsanlagen der Landkreise

Kreis	**Bio- und Bio- / Grün-Abfallbehandlungsanlagen**			**Grünabfall-kompostierungs-anlagen**	**Häckselplätze**
	Anzahl pro Kreis	**Standort**	**Kapazität [t/a]**	**Anzahl pro Kreis**	
Tuttlingen	-	-	-	-	6
Reutlingen	4	Pfullingen	6.500	-	20
Tübingen	2	Tübingen Neustetten	1.575 1.700	-	22
Zollernalbkreis	-	-	-	-	24
Biberach	-	-	-	-	-
Sigmaringen	-	-	-	2	-

Landkreis Reutlingen

Die mit der Biotonne vom Landkreis Reutlingen und den Städten Metzingen und Pfullingen eingesammelten Bioabfälle werden auf dem Komposthof Pfullingen verwertet. Auf dem Komposthof wird ferner holziges Grüngut aus Haushaltungen zur Verwertung angenommen. Auf die Kompostanlage Pfullingen der GEBA GmbH wurden insgesamt 3.789 t/a geliefert. Der Komposthof hat eine Kapazität von 6.500 t/a. Eine Grüngutsammlung findet zwei Mal im Jahr statt, gleichzeitig kann das Grüngut auch zu einer Sammelstelle im Bringsystem transportiert werden. Insgesamt fallen im Jahr pro Person 135 kg an.

Landkreis Sigmaringen

Im Landkreis gibt es auf dem Deponiegelände Meßkirch-Ringgenbach eine Grüngutkompostierungsanlage. Die Anlage wird von einer privaten Firma betrieben. Von den gesammelten ca. 9.700 t Grünabfall werden hier 8.730 t kompostiert. Auf einer weiteren Anlage, betrieben durch die BGK Leibertingen, sind es 970t. Da kein Biomüll gesammelt wird, ist hier keine Biomüllkompostierungsanlage vorhanden. Eine Grüngutsammlung findet nach Bekanntgabe statt. Bei dem Bring- und Holsystem fallen im Jahr auf einen Bürger bezogen 73 kg an.

Landkreis Tuttlingen

In der Region gibt es keine Grüngut- oder Bioabfallkompostierungsanlage. Der anfallende Biomüll, ca. 8.000 t/a, wird zu Kompostanlagen in die neuen Bundesländern transportiert.

Auf der Hausmülldeponie in Talheim findet nur eine Umladung statt. Das Grüngut wird durch den Maschinenring Tuttlingen verwertet. Eine Grüngutsammlung findet drei Mal im Jahr statt. Gleichzeit kann der Grünschnitt auf Sammelplätze gebracht werden. Insgesamt werden im Landkreis 74 kg/E*a gesammelt.

Landkreis Zollernalb

Im Zollernalbkreis ist keine Kompostierungsanlage vorhanden. Es findet ein Transport größtenteils nach Singen und Neckar-Odenwald statt. Grünabfall wird drei bis fünf Mal im Jahr eingesammelt. Zusätzlich gibt es ein Bringsystem für den Bürger. 40 kg/E*a fallen im Landkreis an Grünschnitt an.

3.4 Abfallmengen und Abfallzusammensetzung

Auf die beschriebenen folgenden Landkreise in der Beispielregion wird nur im Bereich des anfallenden Restabfalls und des Biomülls eingegangen. Hier variieren die anfallenden Mengen am meisten. Die Wertstoffmengen können der Abbildung 3-6 entnommen werden.

Landkreis Tuttlingen

Die Menge an Restmüll (131 kg/E*a) ist im Vergleich zu den anderen Landkreisen mit Biotonne am höchsten, gleichzeitig ist die Gebühr am geringsten. Sie liegt bei 128 €/a für eine vierköpfige Familie. Die meiste Menge fällt in den Städten Tuttlingen und Trossingen an (über 30 % - Hochrechnung). Im Vergleich mit den restlichen fünf Landkreisen fällt im Landkreis Tuttlingen die höchste Menge an Biomüll pro Person an, das ist ebenfalls mit der großen Menge an Müll im allgemeinen in den beiden größten Städten des Landkreises zu erklären (insgesamt ca. 49.000 EW). Hier ist die Möglichkeit der Eigenkompostierung sehr gering, wobei dies in der ländlichen Bereichen kein Problem darstellt. Der Landkreis Tuttlingen stellt seinen Bürgern eine Biomülltonne zur Verfügung. Die Mengen der Wertstoffe liegen mit ca. 76 kg/E*a PPK, 29 kg/E*a Glas und Kunststoffe 14 kg/E*a (DSD) im Bereich der anderen Landkreise.

Landkreis Reutlingen

In der Stadt Reutlingen wohnen ca. 50 % der Einwohner des Landkreises. In einem städtisch geprägten Gebiet fallen in den Haushalten meist höhere Müllmengen an (z. B. weniger Großfamilien, mehr Singlehaushalte), als in ländlich geprägten. Da im Stadtgebiet eine Eigenkompostierung fast nicht möglich ist, liegt der Biomüllanfall im Landkreis bei 53 kg/E*a. Die Kosten für eine Entsorgung mit Biotonne liegen für eine vierköpfige Familie bei 252 €/a, dies ist die höchste Gebühr in der Beispielregion, daher liegt die Menge an Wertstoffen, die separat eingesammelt werden, im Vergleich zu den anderen Landkreisen mit an oberster Stelle.

Landkreis Tübingen

Der Anfall der Restmüllmenge liegt im mittleren Bereich der Gebietskörperschaften bei 91 kg/E*a, obwohl der Landkreis bei einer Bevölkerungsdichte von 402 E/km² sehr dicht besiedelt ist. Die sehr städtische Struktur lässt auf einen hohen Anfall an Hausmüll schließen, aber im Vergleich zu den anderen Landkreisen ist dies nicht der Fall. Grund dafür ist u. a. die hohe Anzahl an Depotcontainer (ca. 400 Standorte), die vor allem auch in den Städten Tübingen und Rottenburg aufgestellt sind. Der Bürger nutzt hier auch die häufigen Abholaktionen, mit denen ca. 50 % der Wertstoffe eingesammelt werden (das ist im Vergleich zu den anderen Landkreisen die größte Erfassung von Wertstoffen über Abholaktionen; siehe auch Tabelle 3-4), so dass hier die Gefahr von einer „Nichttrennung“ der Wertstoffe und des Restmülls fast nicht gegeben ist. Die Entsorgungskosten liegen zwischen 108 - 158 €/a.

Zollernalbkreis

Der Anfall an Restmüll beträgt hier 75 kg/E*a. Das ist die geringste Menge, im Vergleich zu den anderen Landkreisen. Im Zollernalbkreis wird der Hausmüll verwogen und somit zahlt der Bürger jedes Kilo in der Restmülltonne zusätzlich zu einer Grundgebühr. Die Menge an gesammeltem Bioabfall liegt, im Vergleich zu den restlichen fünf Landkreisen, am höchsten (56 kg/E*a).

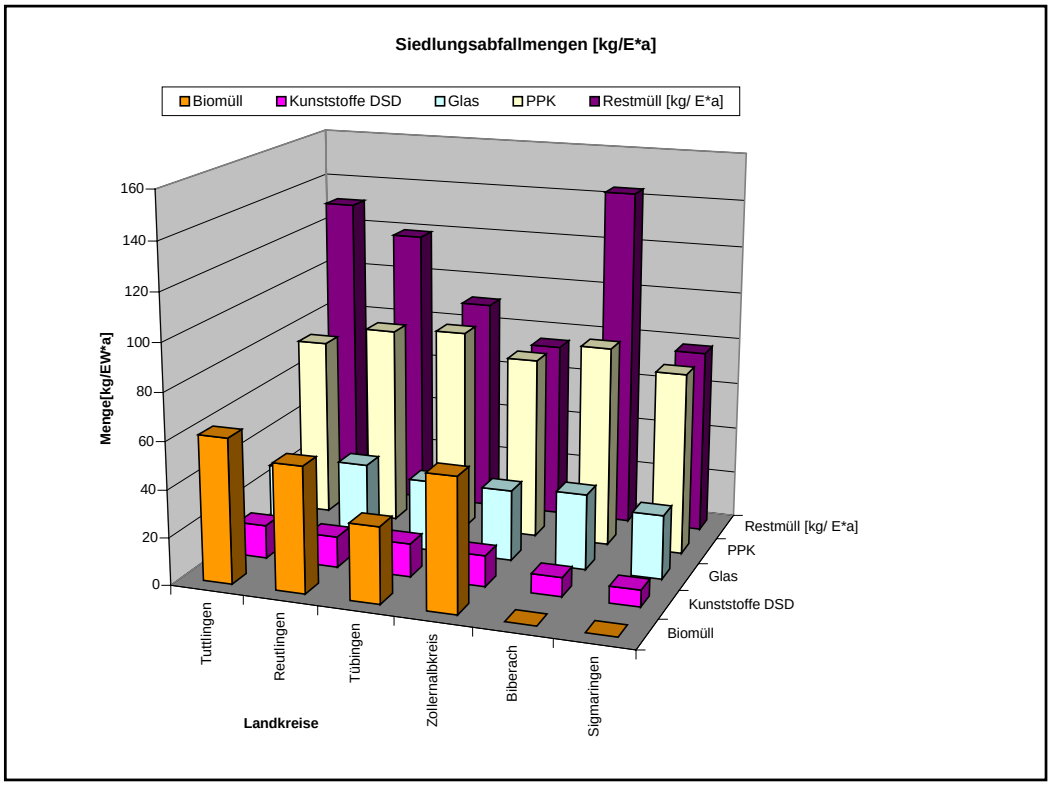


Abbildung 3-6: Siedlungsabfallmengen

Landkreis Biberach

Biberach hat das höchste Aufkommen an Hausmüll (144 kg/E*a) in der Beispielregion. Das kann dadurch erklärt werden, dass die Region keine Biomülltonne eingeführt hat und der Biomüll meist feucht ist und eine sehr hohe Dichte besitzt. Der Biomüll wird mit der Restmülltonne entsorgt, daher kommt hier nochmals eine große Menge an Gewicht hinzu. Gleichzeitig sind die Entsorgungskosten bei einer vierköpfigen Familie am niedrigsten. Des Weiteren findet im Landkreis keine Sammlung von Wertstoffen statt. Die Bürger müssen sie im Bringsystem entsorgen.

Landkreis Sigmaringen

Genauso wie der Zollernalbkreis wird im Landkreis der Hausmüll verwogen, damit ist die sehr geringe Menge an Hausmüll (78 kg/E*a) zu erklären. Durch die Verwiegung der Restmülltonne haben diese zwei Landkreise den geringsten Hausmüllanfall im Alb-Donau Gebiet. Obwohl Sigmaringen ohne braune Tonne entsorgt, ist hier – durch die geringe Bevölkerungsdichte und den ländlich geprägten Raum – eine Eigenkompostierung möglich. Durch die hohen Gebühren findet eine gute Trennung der einzelnen Fraktionen statt. In jeder Gemeinde gibt es mindestens einen Wertstoffhof und weitere Depotcontainer für Papier und Glas.

Um einen Überblick auf die gesamte Menge des anfallenden Siedlungsabfalls zu bekommen, sind in den folgenden zwei Tabellen (Tabelle 3-8 und Tabelle 3-9) die Mengen in Tonnen pro Jahr dargestellt. Die oben genannten Zahlen waren einwohnerbezogen, so dass eine bessere Verdeutlichung der Schwankungen in den einzelnen Landkreisen gezeigt werden konnte.

Tabelle 3-8: Aufkommen an Haus-, Sperr- und Biomüll 2001

	Hausmüll		**Sperrmüll**		**Biomüll**	
	(t/a)	[kg/ E*a]	(t/a)	[kg/ E*a]	[t/a]	[kg/ E*a]
Tuttlingen	17.530	131	1.754	13	8.174	61
Reutlingen	32.976	119	2.693	10	14.818	53
Tübingen	19.034	91	3.247	15	6.603	32
Zollernalbkreis	14.413	75	2.514	13	10.806	56
Biberach	26.527	144	2.122	12	0	0
Sigmaringen	9.569	78	687	6	0	0

Tabelle 3-9: Aufkommen von PPK, Glas und Kunststoffe (DSD)

	PPK		**Glas**		**Kunststoffe**	
	[t/a]	[kg/ E*a]	[t/a]	[kg/ E*a]	[t/a]	[kg/ E*a]
Tuttlingen	10.122	76	3.931	29	1.874	14
Reutlingen	23.231	84	9.330	34	3.798	13
Tübingen	18.112	86	6.335	30	2.975	14
Zollernalbkreis	14.921	77	5.799	30	2.536	13
Biberach	15.646	85	5.802	32	1.425	8
Sigmaringen	10.226	77	3.614	27	943	7

3.5 Kostenstrukturen

Das Gebührensystem für Müllentsorgung setzt sich in den einzelnen Landkreisen unterschiedlich zusammen. Die Gebühren für die Entsorgung der Wertstoffe sind dabei enthalten. Die Preise liegen weit auseinander (Tabelle 3-11). Zum Vergleich dient hier die durchschnittliche Jahresgebühr für eine Musterfamilie (Vier-Personenhaushalt).
Als erstes hier aufgeführt sind die Kosten des Gewerbeabfalls (Tabelle 3-10).

Tabelle 3-10: Müllgebühren Gewerbe 2001

	Müllgebühr [€]	Zusätzliche Gebühr [€]
Biberach	838,8	
Reutlingen	651,3	
Sigmaringen	1306,8	0,17 €/kg Volumengebühr
Tübingen	1.229,51	0,05 €/kg Volumengebühr
Tuttlingen	839,03	
Zollernalb	393	

Landkreis Tuttlingen

Im gesamten Landkreis Tuttlingen gibt es die personenbezogene Abfallgebühr. Zur Grundgebühr pro Abfallbehälter kommt zusätzlich die Entsorgungsgebühr, die sich nach der Anzahl der Personen pro Grundstück oder Wohnung richtet. Im gesamten Landkreis gilt das gleiche Gebührensystem. In diesem System ist die Entsorgung der Biotonne mit enthalten. Für das Jahr 2002 ist keine Änderung des Gebührensystems beschlossen worden.

Landkreis Tübingen

Die Jahresgebühr für die Entsorgung von Hausmüll unterscheidet sich darin, ob der Müllbehälter gemietet oder gekauft ist. Zusätzlich spielt die Größe des Restmüllbehälters eine Rolle. Die 35-l- und 50-l-Behälter können nur gekauft werden. Bei gekauften Behältern zwischen 80 l und 240 l ist die Jahresgebühr bei der 14-tägigen Abfuhr ca. 2 % bis 3 % niedriger. Die Jahresgebühren für die Bioabfallbehälter setzen sich auf die gleiche Weise zusammen, wie die bei der Restmüllentsorgung. Allerdings gibt es eine größere Differenz zwischen gekauften und gemieteten Behältern. Bei einem kleinen 40-l-Behälter ist die Leerung des gekauften Behälters um ca. 13 % niedriger, bei 60 l ca. 8 % und bei einer 240-l-Tonne liegt die Differenz nur noch bei ca. 1,5 %.

Tabelle 3-11: Durchschnittliche Jahresgebühr für eine Musterfamilie (Vier Personenhaushalt)

Stadt u. Landkreise	**Gebühr ohne Biotonne**	**Gebühr mit Biotonne**
	[€] 2002	
Tuttlingen	-	128
Reutlingen	162	252
Tübingen	54-77	108-158
Zollernalbkreis (Verwiegung)	88	129
Biberach	117	-
Sigmaringen (Verwiegung)	164	-

Zollernalbkreis

Im Zollernalbkreis gibt es eine Grundgebühr bezogen auf die Anzahl der Personen pro Grundstück. Zusätzlich findet eine Verwiegung (SystemCoCos) des Hausmülls statt. In die Tonnen wurden Chips eingebaut, in die bei der Verwiegung (vor und nach der Behälterleerung) das Gewicht, die Behälternummer, die ID- Nummer und die Uhrzeit abgespeichert werden. Die Gebühren für die Biomüllentsorgung pro Jahr setzen sich genauso zusammen wie beim Restmüll. Die Grundgebühr ist aber bei einem Vierpersonenhaushalt fast 90 % niedriger. Der Preis pro kg Biomüll ist genauso hoch wie der bei Restmüll.

Landkreis Biberach

Die Abfallgebühren setzen sich aus einer Grundgebühr und einer Leerungsgebühr zusammen. Die Höhe der Grundgebühr richtet sich nach der Zahl der Personen, die mit Hauptwohnsitz in einem Haushalt leben. Mit der Leerungsgebühr wird die Abholung, Entsorgung und Deponierung der angefallenen Abfälle in den vom Landkreis zur Verfügung gestellten Gefäßen bezahlt. Da keine Biotonne vorhanden ist, fallen hier keine Kosten an.

Landkreis Sigmaringen

Die Abfallgebühr setzt sich aus zwei „Komponenten“ zusammen, dem Grund- und dem Gewichtsbetrag. In der ersten Komponente, dem so genannten Grundbetrag, sind all jene Kosten enthalten die dem Landkreis unabhängig von der anfallenden Restmüllmenge entstehen (z. B. das Einsammeln, Betrieb der Recyclinghöfe, Erfassung und Verwaltung der Altstoffe z. B. über so genannte Depot-Container und die Altpapiermonotonne, ebenfalls die Vereinssammlungen, die Abfallberatung, Nachsorge der Deponien und die Verwaltung).

Die zweite Komponente, der Gewichtsbetrag, ist abhängig von der Menge des jeweils verursachten Mülls und dem Preis für die Verbrennung und für den Transport zum Müllheizkraftwerk in Ulm.

Der Grundbetrag ist nach der Zahl der Personen im Haushalt gestaffelt.

Auf die Gewichtsgebühr wird eine Abschlagszahlung erhoben, die dann mit den tatsächlichen Kosten am Jahresende verrechnet wird. Ergibt sich nach Ablauf des „Mülljahres“, wenn das Müllgewicht endgültig feststeht, eine Überzahlung, wird dieser Betrag mit der Gebührenschuld des Folgejahres verrechnet. Ist das Gewichtsaufkommen jedoch größer als angenommen, erfolgt eine Nachberechnung. Bei der erstmaligen Festsetzung der Gewichtsgebühr wird die Müllmenge geschätzt.
Da in Sigmaringen, genau wie in Biberach, keine Biomüllsammlung stattfindet, entstehen hier keine zusätzlichen Gebühren.

Landkreis Reutlingen
Die Abrechnung erfolgt über die vorhandene Behältergröße. Der Landkreis bietet auch eine vierwöchentliche Entsorgung an. Der Bürger kann sich das Gebührenmodell selbst aussuchen. Die Biomüllentsorgung wird separat ebenfalls über die Behältergröße abgerechnet.

Zum Vergleich mit den Müllgebühren im Alb Donau Gebiet sind in der unten stehenden Tabelle (Tabelle 3-12), Müllgebühren anderer ländlich strukturierter Landkreise in Baden-Württemberg aufgeführt, zum Vergleich auch noch die Gebühren der Stadt Stuttgart.

Tabelle 3-12: Müllgebühren in unterschiedlichen Landkreisen in Baden-Württemberg

Stadt u. Landkreise	**Gebühr ohne Biotonne**	**Gebühr mit Biotonne**
	[€]	
Schwarzwald-Baarkreis		98
Enzkreis		191
Neckar Odenwald	115	-
Hohenlohe		95
Kreis Göppingen		190
Stadt Stuttgart	280	316

3.6 Zukünftige Entwicklung der Abfallentsorgung in den Landkreisen

Durch die Vorgaben der Technischen Anleitung Siedlungsabfall (TASI, 1993) dürfen ab dem Jahre 2005 keine Abfälle auf einer Deponie abgelagert werden, die einen Glühverlust größer als 5 % aufweisen. Das heißt nach dem heutigen Stand der Technik, dass Abfälle mechanisch biologisch vorbehandelt werden müssen und thermisch behandelt werden müssen. Die Landkreise Biberach, Sigmaringen und Tuttlingen werden ihren Hausmüll ab dem Jahre

2005 in der Müllverbrennungsanlage Ulm thermisch verwerten, die restlichen drei Landkreise in der MVA Stuttgart-Münster (Abbildung 3-7).

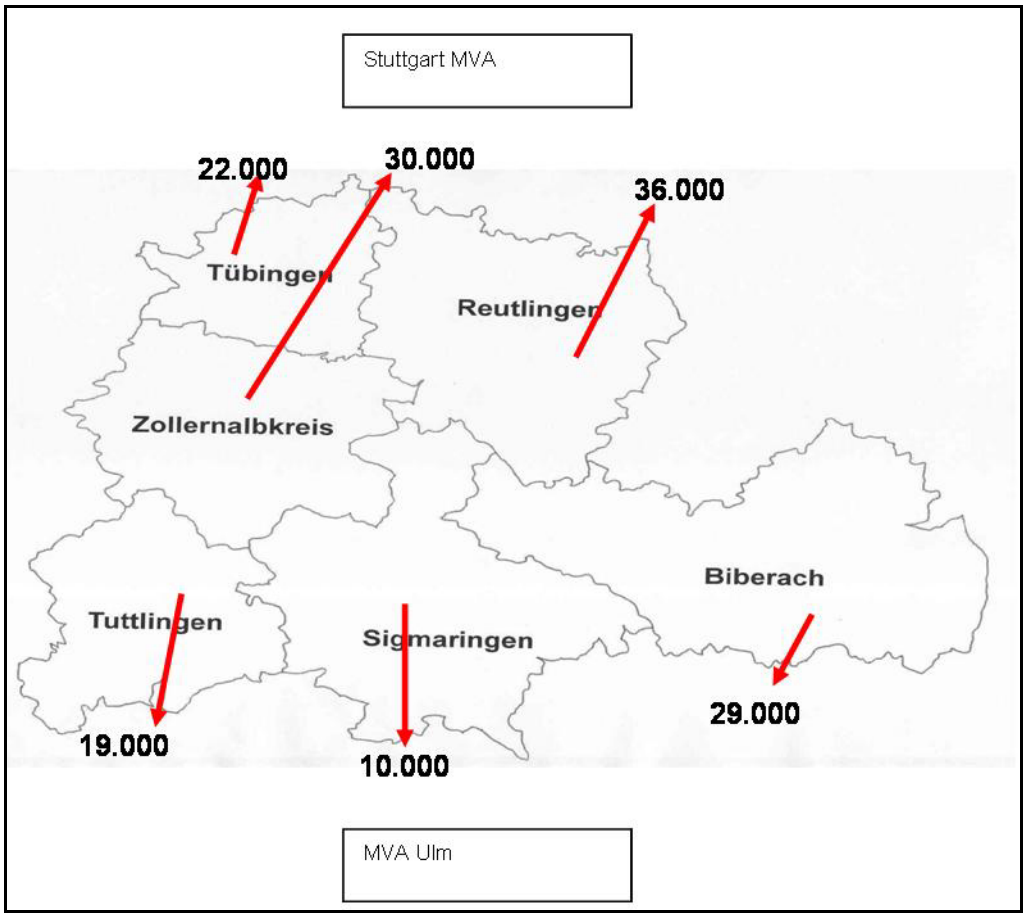


Abbildung 3-7: Hausmüllentsorgung in der Beispielregion ab dem Jahre 2005
Mengenangaben in Tonnen

Momentan ist noch kein Transport auf der Schiene vorgesehen, d. h. dass über 80.000 Tonnen Müll auf der Strasse von den Zollernalbkreis, den Landkreisen Tübingen und Reutlingen nach Stuttgart transportiert werden. Fast 60.000 Tonnen werden von den Landkreisen Biberach, Sigmaringen und Tuttlingen per LKW zur thermischen Verwertung nach Ulm transportiert, wobei von Sigmaringen heute schon Müll nach Ulm zum Verbrennen gelangt.

Im LDK Biberach war angedacht, den Müll, bevor er nach Ulm transportiert wird, mechanisch-biologisch vorzubehandeln, so dass eine Mengenreduktion stattfindet. Es sollte eine mechanisch-biologische Anlage gebaut werden. Hierzu fand eine Ausschreibung statt, diese wurde vom Kreistag aufgehoben. Nach Eingang der unterschiedlichen Bewerbungen und einer anschließenden Wirtschaftlichkeitsrechnung wurde deutlich, dass der Transport und die thermische Behandlung in Ulm ohne vorheriges Vorbehandeln deutlich günstiger wird.

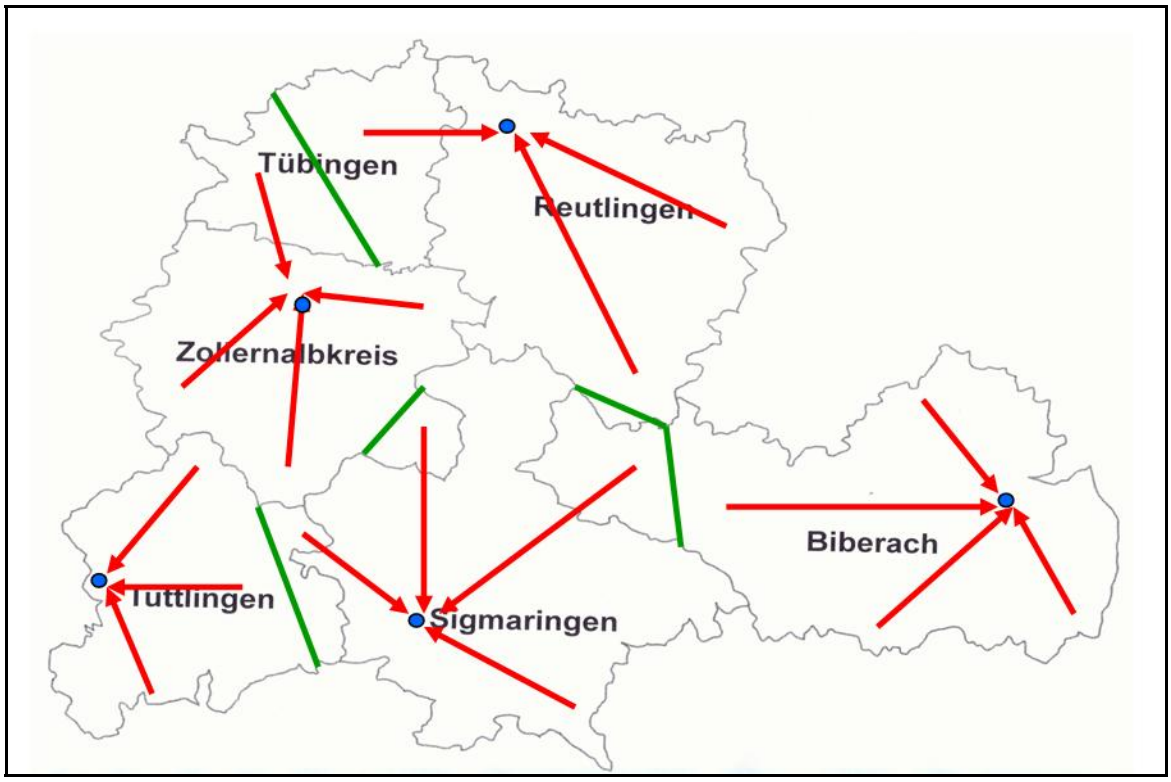


Abbildung 3-8: Landkreisübergreifende Hausmüllentsorgung in der Beispielregion ab dem Jahr 2005

Durch diese große Mengen an Müll, die von den Landkreisen zu den Müllverbrennungsanlagen transportiert werden, wäre eine große, gemeinsame Entsorgungsregion denkbar und die Landkreisgrenzen bei der Entsorgung von Restmüll sollten unbeachtet bleiben.
Die Sammeltouren für den anfallenden Müll müssen verändert werden, da durch eine landkreisübergreifende Sammlung eine Reduktion der Sammeltouren, der Spritkosten, Fahrtkilometer und vielleicht auch der Anzahl der Einsatzfahrzeuge möglich wäre (Abbildung 3-8). Die Mengen an thermisch behandelbarem Müll könnten dann an, für die gesamte Region, optimalen Umschlagplätzen (an der Schiene oder/und an der Straße) umgeschlagen werden. Da zurzeit neue Leistungsverträge der DSD AG ausgeschrieben werden, ist dies ein guter Zeitpunkt, über eine Verbesserung der vorhandenen Struktur zu diskutieren und diese dann umzusetzen. Die Laufzeit der Verträge geht meist über mehrere Jahre, daher ist eine Optimierung der Entsorgung momentan gegeben. Eine landkreisübergreifende Verbesserung könnte mit den Ergebnissen dieser Verhandlungen entstehen.

Bei der Erhebung der Bevölkerungszahlen und Entwicklung zeigt sich, dass sich die Einwohnerzahl bis zum Jahre 2010 kaum verändern wird. Eine genaue Darstellung der Müllentwicklung ist schwierig. Sie ist stark abhängig davon, welche Siedlungsabfallfraktionen bis dahin noch getrennt gesammelt werden und welche in die Restmülltonne gelangen.

4 Grundlagen integriertes regionales Entsorgungskonzept

4.1 Mögliche Kooperationen in der Abfallentsorgung

Ein erster wesentlicher Schwerpunkt ist die Bestandsaufnahme der heutigen und zukünftig zu erwartenden Siedlungsabfallmengen. Diese Bestandsaufnahme ist untergliedert in die nachfolgend aufgeführten sechs Unterbereiche.
Zunächst werden die abfallwirtschaftlichen Grunddaten - Abfallmengen, Wertstoffmengen, Sammelsysteme, Müllgebühren etc. - der einzelnen Landkreise in der Beispielregion ermittelt. Anschließend werden die Wege der Abfälle und Wertstoffe vom Erzeuger bis zur Beseitigung oder Verwertung aufbereitet. Die einzelnen Deponien, Behandlungsanlagen, Wertstoffhöfe und Sortieranlagen wurden aufgezeigt. Hierzu ist es wichtig, den Sachstand der Sammlung sowie die Namen der Entsorger und die vertraglichen Bindungen sorgfältig zu ermitteln. Um eine Aussage über eine Realisierbarkeit und Zukunftsfähigkeit der schienenverkehrsgestützten Entsorgungsketten für Siedlungsabfälle machen zu können, müssen auch die zu erwartenden künftigen Entwicklungen der Müllmengen und Einwohner mit aufgenommen werden.
Die Müllzusammensetzung in den einzelnen Landkreisen gibt entscheidende Hinweise hinsichtlich der Transportmöglichkeiten auf der Schiene.

Um untersuchen zu können, ob eine Minimierung des Transportes innerhalb des Landkreises möglich ist, müssen sämtliche Daten hinsichtlich der Anzahl und Art der Fahrzeuge, des Entsorgungsweges, des Entsorgungszieles (Umschlagplatz, Entsorgungsanlagen und Recyclinganlagen), des Kraftstoffverbrauches, der gefahrenen Kilometer etc. bekannt sein. Wesentlich ist außerdem die Erfassung der Kostenstruktur in Abhängigkeit von der Leistung. Alle Deponien, Wertstoffhöfe und viele Depotcontainerstandorte werden erfasst.
Die landkreisübergreifende Darstellung und somit der Vergleich der Mengen und Zusammensetzung der Abfälle und Wertstoffe ist die Basis für eine Optimierung der Verarbeitungskapazitäten und bessere Nutzung der Transportmittel. Sämtliche Entsorger der einzelnen Landkreise wurden übersichtlich dargestellt, genauso die Örtlichkeiten der Wertstoffhöfe, Deponien, Sortieranlagen etc. Es gilt nun zu erkennen, ob eine landkreisübergreifende Möglichkeit vorhanden ist, weite Teile der Region miteinander zu verbinden, um eine übergreifende Lösung der Entsorgung zu finden.
Neben der Betrachtung der bestehenden Partner werden weitere Kooperationspartner gesucht, die überregional die Wertstoffe verarbeiten und die an das bestehende Schienennetz angebunden werden können.

Durch eine eingehende Untersuchung der Beispielregion konnte gezeigt werden, dass z. B. durch einen anderen Zuschnitt der Sammelgebiete ein beträchtliches Optimierungspotenzial im Bereich Sammlung von Wertstoffen, Haus- und Sperrmüll vorhanden ist.
In den relevanten Landkreisen gibt es unterschiedliche Abfallbehandlungsanlagen. Hier werden Wertstoffe wie Papier / Pappe / Karton, Glas, Leichtverpackungen, DSD und Gewerbeabfälle aufbereitet. Zusätzlich gibt es einige Bioabfallkompostierungsanlagen. Bei der überregionalen Darstellung zeigt sich, dass die Kapazität dieser Anlagen für die gesamte Beispielregion ausreichend wäre. Trotzdem kommt ein Großteil der gesammelten Bioabfälle in Kompostierungsanlagen nach Sachsen, Thüringen und Singen. Glas wird teilweise mit dem LKW nach Singen gefahren, obwohl in den einzelnen Landkreisen ebenfalls Sortieranlagen für Glas vorhanden sind. Eine Integration der Abfallentsorgungskonzepte mehrerer eigenverantwortlichen Gebietskörperschaften wäre hier problemlos möglich.
Mögliche Kooperationspartner können die in der Region tätigen Abfallwirtschaftsunternehmen sein. Hinzu kommen Firmen, die über Gleisanschlüsse sowie größere Flächen entlang dieser Industriegleise verfügen, so dass Abfälle direkt umgeschlagen werden können. Ideal wäre eine Nutzung dieser Industriegleisanlagen für den Umschlag von Abfällen sowie für mögliche Rücktransporte für Güter, die im Bereich dieser Firmen hergestellt werden, so dass Leertransporte weitgehend vermieden werden können.
Durch eine Landkreis übergreifende Nutzung der Hausmülldeponien könnte eine optimierte Einteilung der Müllsammelbezirke eingeführt werden. Dem stehen jedoch zahlreiche vertragliche Regelungen der einzelnen Landkreise entgegen.

4.2 Kooperationen und Ansätze im Schienengüterverkehr der Beispielregion

4.2.1 Mora-C - Güterverkehr der HzL

Im Jahre 1993 beschloss der Deutsche Bundestag mit Zustimmung des Bundesrates die Bahnreform, die zum 01.01.1994 in Kraft trat. Eine der Folgen war die Umwandlung der Deutschen Bundesbahn und der Deutschen Reichsbahn aus der Organisationsform eines Bundessondervermögens in eine Aktiengesellschaft, die Deutsche Bahn AG (DB AG), untergliedert nach den Teilbereichen DB Reise&Touristik, DB Regio und DB Cargo. Politisch erwünschte Leistungen des Nahverkehrs müssen von den Bundesländern bestellt werden.
Entsprechend ihrem Auftrag zu einem betriebswirtschaftlich orientierten Geschäftsbetrieb überprüfte die Deutsche Bahn AG daraufhin alle Verkehrsangebote. Nicht wirtschaftliche Angebote wurden entsprechend aufgegeben.

Von der breiten Öffentlichkeit weitgehend unbeachtet blieb dabei die Durchführung und insbesondere das Ergebnis des Programmes MORA C (Marktorientiertes Angebot Cargo), das sich überwiegend mit dem Einzelwagenladungsverkehr beschäftigte. Analog zum Personenverkehr wurde analysiert, welche Verkehre erfolgreich sind. Ein Ergebnis war, dass über nur 10 % der vor Beginn des Programms MORA C vorhandenen Zugangsstellen ca. 70 % des Umsatzes erwirtschaftet wurde /o. V., 2000/. Viele Güterbahnhöfe bzw. Ladegleise in Bahnhöfen wurden daraufhin geschlossen. Für eine Vielzahl bisheriger Gleisanschlüsse wurden durch die DB Cargo AG Kündigungen verschickt. Nicht immer wurden dabei jedoch bei der Rentabilitätsbetrachtung die Besonderheiten der Gemeinschaftsproduktion berücksichtigt. Dies führt dazu, dass durchaus noch Bahnhöfe existieren, in denen einzelne, aufkommensstarke Gleisanschlüsse nach wie vor täglich und wirtschaftlich bedient werden, während andere Anschlüsse im gleichen Bahnhof wegen Unwirtschaftlichkeit gekündigt wurden – und damit auch die hier erwirtschaftbaren positiven Deckungsbeiträge wegfallen. Teilweise verloren ganze Strecken oder gar Landstriche ihren Schienengüterverkehr (mit Ausnahme von Ganzzügen).

In manchen Fällen wurden nichtbundeseigene Eisenbahnen (NE-Bahnen) wie die HzL oder die (ehemalige) NVAG von Seiten der DB Cargo AG oder von Nutzern des Schienengütertransports hinsichtlich der Weiterbedienung angefragt. Nach /DB AG, 2002/ wurden mehr als 100 regionalen Eisenbahnunternehmen ca. 650 Güterverkehrsstellen zur Übernahme angeboten. Jedoch nahmen nur 21 Regionalbahnen in 25 Gebieten das Angebot an und übernahmen etwa 60 Güterverkehrsstellen. Dass nicht mehr Zugangsstellen an NE-Bahnen übergingen, liegt dabei einerseits am auch für NE-Bahnen mit ihren günstigeren Kostenstrukturen zu geringen Aufkommen, andererseits aber auch an der Informationspolitik des bisherigen Betreibers, der Zusammenstellung der zur Übernahme angebotenen Zugangsstellen (Rosinenpickerei seitens DB Cargo), den DB-Cargo-Forderungen für einen Weitertransport sowie der zu kurzen Zeitspanne für eine Realisierung.

Wo Übernahmen erfolgten, kommt es – wie das auch schon vorher im Übergang NE/DB der Fall war - oft zu einer sehr guten Zusammenarbeit. So hat die HzL zum Jahresanfang 2002 im Bereich Oberschwaben/Neckar-Alb die regionale Güterverkehrsbedienung übernommen. Dazu wurde ein ausgefeiltes Konzept entwickelt mit zwei überwiegend gegenläufigen täglichen Güterzügen zwischen Ulm und Plochingen. Dieses wird ergänzt durch Stichfahrten zu abseits der befahrenen Strecke gelegenen Bahnhöfen oder Firmen, wobei jeweils Wagen abgeholt und zugestellt werden können. Fahrplan und Aufkommen sind einigermaßen stabil, die Zusammenarbeit mit der Railion AG (die umbenannte DB Cargo AG) funktioniert nach Aussage des HzL-Verantwortlichen für den Güterverkehr gut. Weitere Einzelheiten zu diesem Konzept, das auch im Rahmen der EBEK-Untersuchungen eine Rolle spielt, können Kapitel 5.1.2 entnommen werden.

4.2.2 Kiestransporte

Mit dem Mora-C-Ersatzzug als Grundlage ergab sich – nach vierjähriger Beratungs- und Planungsarbeit eines extra eingerichteten Arbeitskreises – im Zollernalbkreis bereits eine erste Möglichkeit zur Verlagerung von Gütertransporten auf die Schiene.
Bereits in der Studie /RV BO + RV NA, 1997/ werden die Möglichkeiten und Voraussetzungen einer Verlagerung des Kiestransports insbesondere aus dem Raum Bodensee-Oberschwaben in die Region Neckar-Alb (in der es keine wirtschaftlich nutzbaren Sand- und Kiesvorkommen gibt) untersucht. Menge, Quelle und Ziel der Transporte sind ebenso Gegenstand der Studie wie die technischen Möglichkeiten des Kiesschienentransports und eine Schätzung der Kosten. Mögliche Be- und Entladeplätze werden nach einer genaueren Überprüfung bewertet, bevor jeweils, nach Erreichbarkeitsbereichen getrennt, die Darstellung der günstigsten Transportketten erfolgt.

Im westlichen Bereich des Zollernalbkreises konnte nach einer dreimonatigen Probephase Ende 2002 ein Pilotprojekt realisiert werden /StZ 2002/. Eingesetzt werden ältere, bei einer NE-Bahn in Brandenburg angemietete Klappmuldenwagen (Gattung Fz). Die Verladung erfolgt in der Kiesverladeanlage der Firma Valet&Ott in Mühlingen-Schwackenreute (Landkreis Konstanz). Werktäglich werden nun, nachdem eine Ganzzugvariante zu hohe Investitionskosten nach sich gezogen hätte, sieben Wagen beladen, so dass 35.000 Tonnen im Jahr befördert werden können. Der Transport erfolgt mit dem Mora-C-Ersatzverkehr der HzL über Balingen bis nach Schömberg. Da kaum zusätzlicher Aufwand entsteht, insbesondere keine zusätzlichen Züge verkehren, ist der Transport auf der Schiene nicht teurer als der Straßentransport. Je Richtung werden 98 km auf der Schiene zurückgelegt.

Empfänger in Schömberg – die Bahnstrecke dorthin war von der DB Netz AG bereits zur Stilllegung vorgesehenen – ist ein Spannbeton-Elementewerk der Firma SES Schwörer/Wochner. Trotz eigenem Gleisanschluss ist eine direkte Entladung der Wagen im Werk nicht möglich, daher musste hier eine andere Lösung gefunden werden. Der Inhalt der einzelnen Klappmulden der Wagen wird in einen Abrollcontainer entladen, der dann von einem – extra dafür angeschafften – Lkw die wenigen 100 Meter bis in das Betonteilewerk gefahren wird.

4.2.3 Schienentransport der Fa. Rohrbach

Die Firma Rohrbach Zement in Dotternhausen verfügt über einen Gleisanschluss mit umfangreichen Gleisanlagen. Im Rahmen der Standortsuche für mögliche Umschlagplätze (siehe Kapitel 5.1.3) kam ein Kontakt mit der Firma zustande. Dabei wurden Kooperationsmöglichkeiten untersucht.

Auf dem Firmengelände stehen sowohl Lagerflächen und Verladeeinrichtungen als auch eine Gleiswaage zur Verfügung. Die Anlagen wurden errichtet, da Rohrbach Zement den Materialeingang und vor allem die Zufuhr der Spezialprodukte zu Großbaustellen über die Schiene realisieren wollte. Dies kam aber – wegen preislich nicht realisierbaren Angeboten der DB Cargo AG – nicht zustande.

Rohrbach Zement steht einer Nutzung der Gleisanlagen durch Dritte positiv gegenüber. Für Sonderverladungen wird dies heute bereits ebenso praktiziert wie die Nutzung sonstiger Einrichtungen (z. B. Lkw-Waage) durch Dritte. Auch die Erstellung einer Umladeanlage, die mit technischen Einrichtungen verbunden ist, liegt im Vorstellungsbereich der Firma.

Rohrbach Zement erhofft sich, durch eine externe Nutzung der Schienenanlagen ggf. durchgeführte Transporte mitnutzen zu können und so einen verstärkten Transport auf der Schiene auch für das eigene Werk zu erreichen (Zufuhr von Kohle und sonstigen Rohstoffen, Abfuhr von Endprodukten).

Von der Einbindung von Rohrbach Zement in den EBEK-Demonstrator wurde letztlich aufgrund der geografischen Lage (Entfernung zu den Aufkommensschwerpunkten, Richtung der Transporte) und auch aufgrund der sich daraus ergebenden aufwendigen Bedienung abgesehen.

4.2.4 Weitere Überlegungen des Regionalverbands Neckar-Alb

Der Regionalverband Neckar-Alb, zu dem die Landkreise Reutlingen, Tübingen und Zollernalbkreis gehören, befasst sich seit seiner Gründung mit dem Schienengüterverkehr in der Region und ergreift entsprechende Initiativen. Dies entspricht dem im Regionalplan /RV NA, 1995/ festgehaltenen Grundsatz, dass die Region Neckar-Alb als Wirtschaftsraum leistungsfähig an den überregionalen Schienengüterverkehr anzubinden sei. Als ein Ziel wird im Regionalplan daher auch die Güterverkehrsverlagerung auf die Schiene genannt.

Eine Studie des Regionalverbands /RV BO + RV NA, 1997/ befasst sich mit den Möglichkeiten der Verlagerung der Kiestransporte auf die Schiene. Eine Teilumsetzung ist erfolgt und wurde in Kapitel 4.2.2 vorgestellt.

Einem grundsätzlichen Überblick über die Verlagerungsmöglichkeiten des Güterverkehrs auf die Schiene sowie über mögliche Umschlagsysteme diente die Betreuung eines Studienprojektes des Instituts für Regionalwissenschaft der Universität Karlsruhe /RV NA, 1999/, konkret umsetzbare Ergebnisse ergaben sich hieraus jedoch nicht.

Erfolglos beendet wurde nach /RV NA, o. J. 1/ der Versuch, den Parcel-InterCity Kornwestheim – Hamburg über Kornwestheim hinaus bis zum Güterbahnhof Reutlingen zu verlängern. Der Grund dafür dürfte in der mangelnden Nachfrage (10 bis 12 Wechselbrücken täglich werden vom Zweckverband als Minimum genannt) und der geringen Motivation des Betreibers bzw. des EVUs zu suchen sein. Technisch und betrieblich wäre eine Verlängerung machbar /Kessel+Partner, 2003/.

Ähnlich erging es einer zweiten Initiative. So gelang es dem Regionalverband ebenfalls nicht, die Verlängerung des seit 05. Februar 2001 verkehrenden WEG-/Rhenania-/EMN-Containerzug Kornwestheim – Mannheim Handelshafen bis Reutlingen Güterbahnhof zu erreichen /RV NA, o. J. 2/.

Beteiligt ist der Regionalverband Neckar-Alb am internationalen, von der EU geförderten Forschungsprojekt „Alpine Freight Railway", bei dem es um die Verlagerung alpenquerenden Schienenverkehrs auf die Eisenbahn geht /RV NA 2004/. Dieses Projekt ist erst 2004 gestartet, so dass noch keine Ergebnisse vorliegen. Allerdings ist aufgrund der eher internationalen Ausrichtung zweifelhaft, ob überhaupt regional verwendbare Ergebnisse erarbeitet werden.

4.3 Die Demonstratoren in EBEK

4.3.1 Einführung

Wie in Kapitel 4.1 dargelegt, gibt es theoretische Kooperationspotenziale in der Entsorgung der Siedlungsabfälle durch die beteiligten fünf Gebietskörperschaften. Allerdings zeigte sich in intensiven Gesprächen mit den Vertretern der Gebietskörperschaften, dass, zumindest zum jetzigen Zeitpunkt, eine Kooperation mit dem Ziel der Bündelung von Transportströmen, um damit Schienentransporte zu ermöglichen, fast nicht möglich ist. Auch wurde die landkreisübergreifende Nutzung von Entsorgungseinrichtungen, wie Deponien oder Umladestellen kategorisch abgelehnt. Offensichtlich sind die Gebietskörperschaften aufgrund der zahlreichen Änderungen, der die Abfallentsorgung in den letzten Jahren zum einen durch neue gesetzliche Vorgaben und zum anderen durch die weitgehende Privatisierung der Abfallentsorgung unterworfen war, nicht bereit, des Zieles der Ermöglichung von schienengestützten Transporten wegen die in den einzelnen Landkreisen erarbeiteten Lösungsansätze zu gefährden.

Grundsätzlich positiv für eine Kooperation zumindest im Hinblick auf die ab Mitte 2005 notwendigen Transporte zu den Müllverbrennungsanlagen wirkt, dass die drei nördlichen Landkreise Zollernalbkreis, Tübingen und Reutlingen sich vertraglich an die Müllverbrennungsan-

lage in Stuttgart-Münster gebunden haben, während die drei südlichen Landkreise Tuttlingen, Sigmaringen und Biberach in die Müllverbrennungsanlage Ulm-Donautal liefern werden.

Vor diesem Hintergrund haben sich die Vertreter des Landkreises Zollernalbkreis und des Zweckverbands Abfallverwertung Reutlingen Tübingen bereit erklärt, bei den Transporten nach Stuttgart-Münster zu kooperieren, sofern durch die Kooperation eine finanziell günstigere Lösung für den Schienentransport gefunden werden kann und diese insgesamt dem zu erwartenden Kostenniveau des Straßentransports entspricht.

Für die südlichen Landkreise Tuttlingen, Sigmaringen und Biberach war eine derartige Kooperationsverpflichtung nicht zu erreichen. Allerdings stimmten die Vertreter aller Landkreise zu, jeweils die Möglichkeit eines Schienentransports der zur Müllverbrennungsanlage Ulm-Donautal notwendigen Transporte im Vergleich zum Straßentransport zu überprüfen.

Eine besondere Rolle nimmt der Landkreis Biberach ein. Für den Landkreis Biberach war lange Zeit unklar, ob er überhaupt von seiner Option, Abfälle nach Ulm-Donautal zur Verbrennung zu liefern, Gebrauch macht, da es Überlegungen gab, eine eigene Anlage zur mechanisch-biologischen Vorbehandlung zu errichten. Damit wären keine Transporte nach Ulm-Donautal notwendig geworden. Während der Projektlaufzeit fiel dann allerdings die Entscheidung gegen diese Anlage zur mechanisch-biologischen Vorbehandlung.

Für alle Landkreise gilt, dass durch die möglichen Schienentransporte zumindest zum jetzigen Zeitpunkt nicht in die Sammlung der Siedlungsabfälle eingegriffen werden kann. Dies bedeutet, dass der Verzweigungspunkt zwischen Straßen- und Schienentransport die Rampe auf der jeweiligen Deponie ist, von der dann entweder in das Straßenfahrzeug oder einen Transportbehälter für den Schienentransport verladen wird. Allerdings konnten sich sowohl der Landkreis Tuttlingen als auch der Landkreis Sigmaringen vorstellen, bei einer entsprechend positiven Bewertung des Schienentransports zum nächst möglichen Zeitpunkt die Müllsammlung auf direkt auf die Bahn verladbare Container umzustellen.

Eine weitergehende Kooperation für andere Abfallkomponenten, wie Papier/Pappe/Karton oder Glas war nicht zu erreichen, da hier die Landkreise sich die Freiheit, nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten auf dem Markt agieren zu können, erhalten wollten.

Der in Kapitel 4.2.1 beschriebene Mora-C - Güterverkehr der HzL wirkt auf der einen Seite förderlich für mögliche Kooperationen im Projekt, auf der anderen Seite hemmend. Zum einen ist durch diesen Güterverkehr sichergestellt, dass überhaupt noch Schienengüterverkehr von einem Unternehmen der Region angeboten wird. Auf der anderen Seite bindet dieser

Güterverkehr Kapazitäten, sowohl hinsichtlich verfügbarer Fahrplantrassen als auch im Hinblick auf Personal und Fahrzeuge der HzL. So war bald klar, dass kleinere Abfallmengen zur Verbrennung in den Mora-C - Güterverkehr integriert werden können, dass dies aber für größere Mengen, insbesondere in Richtung Ulm-Donautal, nicht möglich ist, da andere Transporte im Rahmen von Mora-C Vorrang vor den Abfalltransporten hätten und somit die Abfuhr der Abfälle zur Verbrennung nicht hätte regelmäßig garantiert werden können. Die Bündelung der Transporte zu Ganzzügen erfordert geeignete Fahrplantrassen, die nur begrenzt zur Verfügung stehen.

Von Kooperationen im Bereich des Bahntransports mit den anderen in den Kapiteln 4.2.2 und 4.2.3 aufgeführten Bahntransporten in der Region wurde abgesehen, da es sich hier nicht um regelmäßige Transporte höheren Aufkommens handelt.

Vor diesem Hintergrund konnten die Demonstratoren I und II entwickelt werden, die nachfolgend kurz vorgestellt werden.

4.3.2 Demonstrator I

Wie bereits erwähnt, können sich der Zollernalbkreis und der Zweckverband Abfallverwertung Reutlingen Tübingen eine Kooperation bei den Transporten der Abfälle zur Müllverbrennungsanlage in Stuttgart-Münster vorstellen. Diese Kooperationsbereitschaft ist aber auch Voraussetzung für eine wirtschaftliche Realisierung des Schienentransports, da die in den drei Landkreisen Zollernalbkreis, Tübingen und Reutlingen anfallenden Transportmengen die Potenziale des Einzelwagenverkehrs im Rahmen von Mora-C übersteigen.

Allerdings beschränkt sich die Kooperation auch ausschließlich auf den Transport. Daher wird der Zollernalbkreis nach wie vor seine Abfälle zunächst auf der Deponie Hechingen sammeln. Der Landkreis Tübingen sammelt auf der Deponie Dußlingen, der Landkreis Reutlingen, unter Nutzung einiger Zwischenlager, auf der Deponie Schinderteich. Auf den Deponien werden die Abfälle dann für den Bahntransport bereit gestellt.

Für den Zollernalbkreis erfolgt die Bahnverladung in Hechingen und für den Landkreis Tübingen in Tübingen, während für den Landkreis Reutlingen alternativ die Bahnverladung an den Güterbahnhöfen in Tübingen und Reutlingen untersucht wird.

4.3.3 Demonstrator II

Wie bereits in Kapitel 4.3.1 erwähnt, konnten sich die Landkreise Tuttlingen, Sigmaringen und Biberach nicht auf eine ähnliche Kooperation verständigen, wie dies bei den Landkrei-

sen Zollernalbkreis, Tübingen und Reutlingen der Fall war. Dennoch wurde in EBEK im Rahmen der Entwicklung des Demonstrators II davon ausgegangen, dass eine Kooperation der drei Landkreise für den Schienentransport besteht, um evtl. durch Ganzzüge und Poollösungen von Wagen und Behältern Kostenvorteile zu erzielen.

Ohne den späteren Ergebnissen vorgreifen zu wollen, muss aber bereits an dieser Stelle berichtet werden, dass aufgrund der speziellen geographischen Lage des Landkreises Biberach sowohl aus Kosten- als auch aus Umweltgründen ein schienengestützter Transport nicht in Frage kommt. Daher wurde der Landkreis Biberach aus dem Demonstrator II ausgeklammert, der somit nur die Landkreise Tuttlingen und Sigmaringen umfasst.

Generell gilt auch für die drei südlichen Landkreise, dass sie zunächst die bestehende Sammlung der Abfälle beibehalten möchten. Dies bedeutet, dass zunächst wiederum der Siedlungsabfall auf den bestehenden Deponien gesammelt wird und von dort für den Bahntransport bereit gestellt wird. Für den Landkreis Tuttlingen wird alternativ zur bestehenden Deponie Talheim die Deponie Hasenholz bei Tuttlingen untersucht, da diese wesentlich näher zu den potenziellen Verladestellen liegt.

Für den Landkreis Tuttlingen wird die Bahnverladung am Bahnhof Immendingen angenommen. Für den Landkreis Sigmaringen werden die Varianten „Mengen“, „Mengen und Bad Saulgau“; „Hanfertal“, „Mengen und Hanfertal“ sowie „Krauchenwies und Bad Saulgau“ für die Bahnverladung untersucht.

Für den Landkreis Biberach würde eine evtl. Bahnverladung im Bahnhof Biberach erfolgen.

5 Konzeption schienenverkehrsgestützte Transportkette

5.1 Grundlagen einer schienenverkehrsgestützten Entsorgungskette

Aufbauend auf die Bestandsaufnahme der Abfallbeseitigung in der Beispielregion (siehe Kapitel 3) ist eine Konzeption für eine schienengestützte Transportkette unter Einbeziehung der folgenden Punkte zu entwickeln:

- Einbindung der Standorte von Quellen und Senken,
- Integration der Knoten und der Schnittstellen des Transportnetzes (z. B. Umschlaganlagen) in die Transportkette,
- Entwicklung beispielhafter betrieblicher Konzepte für den Schienentransport und den straßenseitigen Vor- und Nachlauf sowie
- Minimierung des transportbedingten Ressourcenverbrauchs.

Gleichzeitig ist darauf zu achten, die Transportketten unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit zu optimieren, so dass die Minimierung umweltrelevanter Auswirkungen mit volks- und betriebswirtschaftlicher Rentabilität einhergeht.

Grundsätzlich ist der Einsatz des Schienenverkehrs zur Durchführung von Transporten größerer Mengen auf mittleren und längeren Entfernungen geeignet. Nach /Rauh et al., 2004/ sind Abfalltransporte auf der Bahn ab einer Transportentfernung von ca. 60 km und einer jährlichen Abfallmenge von ca. 100 000 t ökonomisch sinnvoll.

5.1.1 Infrastruktur in der Region

Basis der konzeptionellen Entwicklung bildet die Erhebung der in der Beispielregion vorhandenen Infrastruktur. Die folgende Abbildung 5-1 zeigt die Schienenstrecken und deren Eigentümer bzw. Pächter.

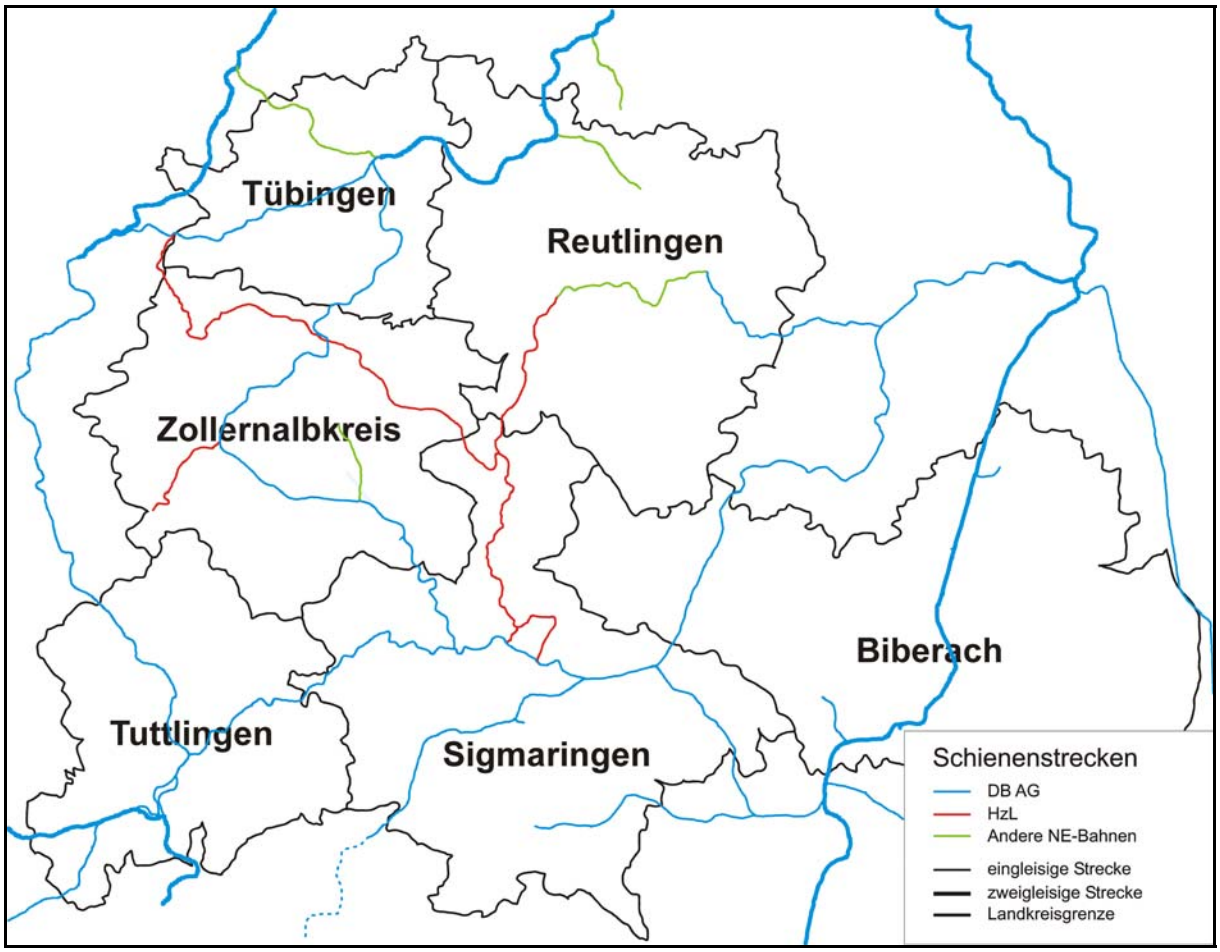


Abbildung 5-1: Schienenstrecken in der Beispielregion, unterschieden nach Eigentümer/Pächter

Der Großteil der Strecken der Beispielregion ist eingleisig und nicht elektrifiziert. Ausnahmen hiervon sind

- die württembergische Südbahn Ulm - Biberach – Friedrichshafen (zweigleisig),
- die badische Schwarzwaldbahn Offenburg – Donaueschingen – Hattingen – Singen (zweigleisig und elektrifiziert),
- die Strecke Plochingen – Reutlingen – Tübingen (zweigleisig und elektrifiziert) sowie
- die Strecke Stuttgart – Rottweil – Tuttlingen – Hattingen (elektrifiziert, Stuttgart – Horb zudem zweigleisig).

Betrieblich ergeben sich aus der Topographie, den daraus resultierenden Streckenprofilen, der vorhandenen Infrastruktur (Überholgleise, etc.), den Besetzungszeiten der einzelnen Betriebsstellen sowie dem von den zuständigen Aufgabenträgern bestellten und daher gefahrenen Schienenpersonennahverkehr erhebliche Einschränkungen für die Betriebsabwicklung des Eisenbahngüterverkehrs.

Über den Ausbrechpunkt Plochingen sind so nach Angaben des Projektpartners HzL Züge bis 700 m Länge (inklusive Zugfahrzeug) möglich, von und nach Ulm dagegen nur Züge bis maximal 500 m Länge – hier sind die nutzbaren Überholgleise kürzer. Lediglich in den frühen

Morgenstunden wären in bzw. aus Richtung Ulm, unter Inkaufnahme (und Bezahlung) eines früheren Betriebsbeginns auf den betroffenen Betriebsstellen, auch die Führung von Zügen bis 700 m Länge möglich.

Ähnlich führt auch die maximal mögliche Anhängelast der bei der HzL vorhandenen Streckendieselloks zu einer Beschränkung der Zughöchstgewichte. So sind donauabwärts in Richtung Ulm bis zu 1.100 t Anhängelast je eingesetzter Lokomotive realisierbar, in Gegenrichtung dagegen nur bis zu 900 t.
Geringer sind die Unterschiede neckarabwärts in Richtung Plochingen. Hier sind nachts (zwischen 21 und 6 Uhr) je Lok Anhängelasten von 1.000 t (in Richtung Plochingen) bzw. 900 t (in Gegenrichtung) möglich, tagsüber können dagegen nur Anhängelasten von knapp 600 t (in Richtung Plochingen) bzw. knapp 500 t (in Richtung Tübingen) befördert werden. Allerdings sind die beiden letztgenannten Werte noch nicht praktisch erprobt.
Grund für die zeitweise Einschränkung der möglichen Anhängelasten ist die Erfordernis, dass die Güterzüge tagsüber im dichten Schienenpersonenverkehr „mitschwimmen“ können, also zwischen zwei Personenzügen zumindest den nächsten Bahnhof (mit geeignetem Überholgleis) erreichen. Voraussetzung hierfür ist ein ausreichendes Beschleunigungsvermögen – und damit bei gegebener Lokomotivleistung eine maximale Anhängelast. Verschärft wurde dieser Aspekt in den vergangenen Jahren noch durch die von der DB Netz AG betriebene Umwandlung einer größeren Anzahl kleiner Bahnhöfe in Haltepunkte (zur Personaleinsparung) bzw. durch den Abbau aller aktuell nicht benötigten Überholgleise in den restlichen, auch größeren Bahnhöfen entlang der Strecken im Untersuchungsgebiet. Beispiele hierfür sind u. a. Frommern, Kirchentellinsfurt und Reutlingen-Betzingen bzw. Albstadt-Ebingen, Geisingen, Rietheim und Reutlingen Hbf. Auf Strecken anderer Eisenbahninfrastrukturunternehmen sieht es teilweise ähnlich aus (so ist beispielsweise auf der erst vor kurzer Zeit generalüberholten Ammertalbahn Tübingen – Herrenberg Güterverkehr kaum mehr möglich), teilweise werden aber auch Infrastrukturkapazitäten für den Güterverkehr vorgehalten – so insbesondere auf den HzL-Strecken.

Ebenfalls negativ wirkt sich für die untersuchten Transporte die Schließung eines Großteils der früheren Zugangsstellen des Güterverkehrs aus. War ursprünglich und lange Zeit beinahe jeder Bahnhof mit einer befestigte Ladestraße mit zugehörigem Ladegleis und ggf. noch Kopf- und Seitenrampe ausgestattet, so finden sich heute selbst in großen Städten mit früher ausgedehnten Schienengüterverkehrsanlagen oder gar eigenen Güterbahnhöfen kaum noch Zugangsmöglichkeiten zum Schienennetz – wie z. B. in Tübingen, Reutlingen oder Albstadt-Ebingen. Die meisten der aktuell vorhandenen Zugangsstellen im Untersuchungsgebiet befinden sich in Privatbesitz. Diese liegen als Gleisanschlüsse auf den Geländen von Firmen

mit nennenswertem Ein- bzw. Ausgang über die Schiene. Nur selten werden noch offensichtlich öffentliche Zugangsstellen vorgehalten (wie z. B. für die Holzverladung in Balingen).
Für einen verstärkten Ausbau der Güterbeförderung auf der Schiene ist ein Ausbau der Infrastruktur unerlässlich.

5.1.2 Güterverkehr der HzL

Wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung möglicher Bedienungskonzepte für die Abfalltransporte ist eine Abstimmung mit dem Mora-C-Güterverkehr der HzL (siehe auch Kapitel 4.2.1), der nachfolgend kurz beschrieben wird.

Ab Ulm Rangierbahnhof, Dienstag bis Freitag
Ein mit zwei Lokomotiven bespannter Zug verlässt gegen 4.00 Uhr Ulm und fährt bis Herbertingen. In dem Zug befinden sich Leerwagen für den Salzverkehr ab Haigerloch-Stetten und beladene und leere Wagen für die Kunden in Herbertingen, Bad Saulgau, Mengen, Sigmaringen, Fridingen bei Tuttlingen, Krauchenwies, Sauldorf, Schwackenreute, Storzingen, Frommern, Balingen, Dotternhausen und Schömberg sowie für die Bahnhöfe an der HzL-Stammstrecke.

In Herbertingen wird der Zug geteilt. Eine Lokomotive befördert die für die HzL-Stammstrecke eingegangenen Wagen sowie die Leerwagen des Salzverkehrs. Endbahnhof dieses Zuges ist Haigerloch-Stetten.
Die zweite Lokomotive mit den verbleibenden Wagen bedient die Kunden in den oben aufgezählten Bahnhöfen. Die bis einschließlich Schwackenreute zum Versand kommenden Wagen (beladene und leere) werden in Mengen für den nachmittags nach Ulm fahrenden Zug bereitgestellt. Sollte dieser Zug nach Ulm wegen Überlast oder Überlänge keine oder nur einen Teil dieser Wagen aufnehmen können, verbleiben die überzähligen Wagen im Zug mit der zweiten Lokomotive, werden in Plochingen an Railion übergeben und von dort nach Ulm gebracht.
Die zweite Lokomotive fährt nun von Mengen weiter nach Plochingen. Sie bedient dabei die Kunden in den an der Route liegenden Orten Storzingen, Frommern, Balingen, Dotternhausen, Schömberg, Hechingen, Dußlingen, Tübingen, Reutlingen und Dettingen/Erms und trifft gegen 1.00 Uhr in Plochingen ein. Die Bedienung ab Hechingen richtet sich danach, welche Leistungen bereits am Vormittag beim Eingang des Zuges aus Plochingen erbracht wurden.

Ab Ulm Rangierbahnhof, Samstag

Eine Lokomotive fährt mit den Leerwagen für Haigerloch-Stetten bis Gammertingen. Mitgenommen werden auch alle anderen bis zur Abfahrt eingegangen Wagen Die Wagen werden dann am Montag bis Haigerloch-Stetten befördert (in der Fahrlage wie Dienstag bis Freitag).

Ab Ulm Rangierbahnhof, Montag

Eine Lokomotive bringt die Wagen – ausgenommen Leerwagen nach Haigerloch-Stetten – wie Dienstag bis Freitag zu den Kunden in allen bedienten Bahnhöfen von Ulm-Mengen und an der HzL-Stammstrecke.

Nach Ulm Rangierbahnhof, Montag bis Freitag

Ab Haigerloch-Stetten fährt ein von zwei bis vier Lokomotiven gezogener bzw. geschobener Zug mit beladenen Salzwagen nach Gammertingen. Von dort aus fahren zwei Lokomotiven mit den Salzwagen und ggf. weiteren Wagen nach Ulm. In Mengen nimmt der Zug die dort abgestellten Wagen auf und fährt anschließend ohne Halt nach Ulm.

Ab Plochingen, Montag bis Freitag

Die Lokomotive, die gegen 1.00 Uhr in Plochingen eingetroffen ist und dort übernachtet hat, fährt gegen 4.00 Uhr in Plochingen ab. Sie bedient Kunden an der Strecke Plochingen – Tübingen und trifft am Vormittag in Hechingen ein. Von dort aus fährt sie nach Haigerloch-Stetten um den dort beginnenden Salzzug zu verstärken (siehe „Nach Ulm Rangierbahnhof“).

Sonderbedienung Fridingen

Zweimal pro Woche (in der Regel dienstags und donnerstags) wird ein Kunde in Fridingen bei Tuttlingen bedient. Die Lokomotive läuft von Gammertingen bis Hanfertal im täglich verkehrenden Zug nach Ulm als Nachschiebelok und von dort aus weiter nach Sigmaringen. Dort nimmt sie die dort bereitgestellten Wagen auf und bringt sie nach Fridingen. Anschließend kehrt sie nach Gammertingen zurück und stellt die für den Versand bestimmten Wagen ab, die tags darauf nach Ulm weiter befördert werden.

Stammstrecke der HzL, Montag bis Freitag

Zusätzlich werden die HzL-Strecken Eyach - Hechingen - Gammertingen - Sigmaringendorf und Gammertingen - Kleinengstingen nach Bedarf bedient.

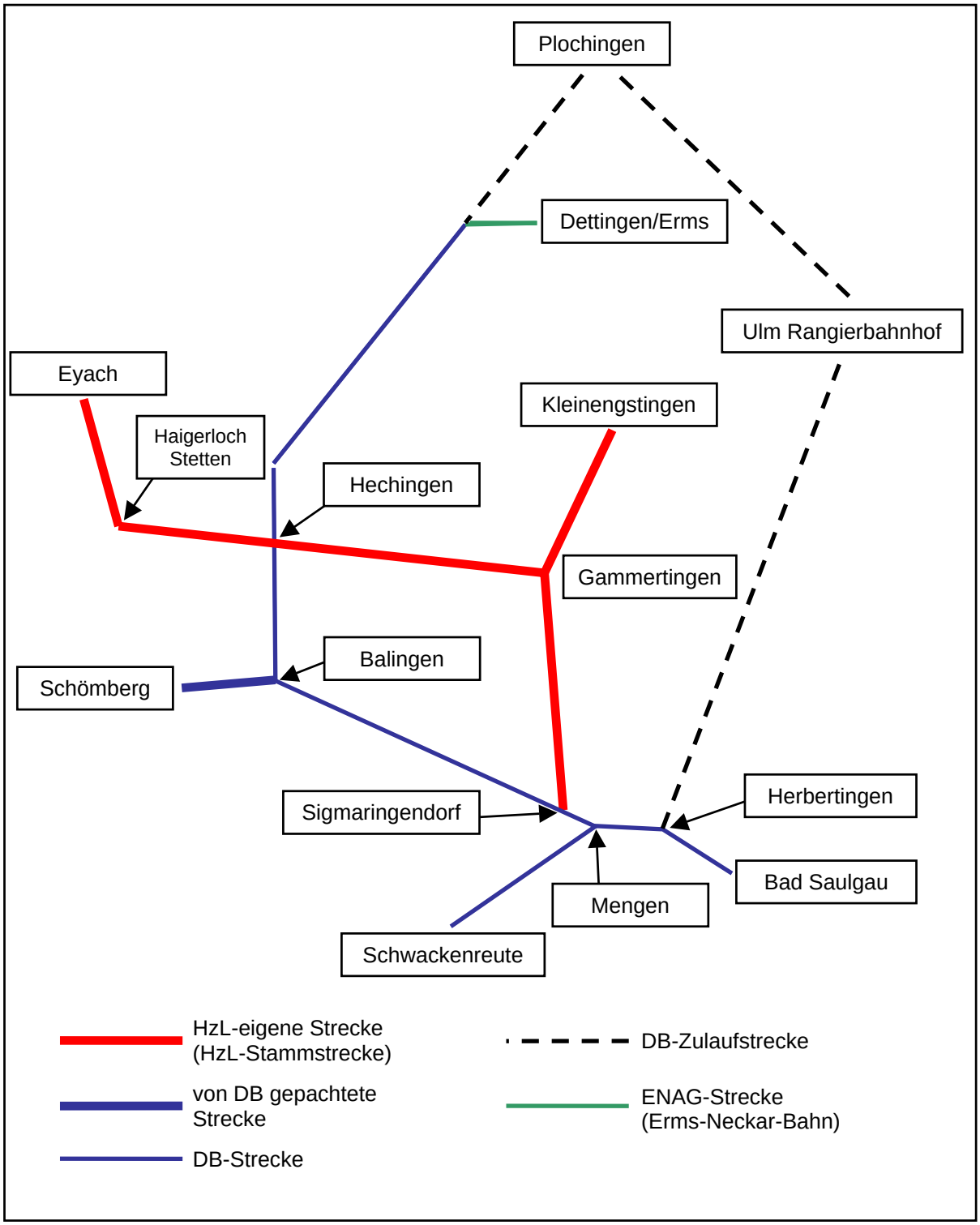


Abbildung 5-2: Schematische Darstellung der Güterverkehrsstrecken der HzL

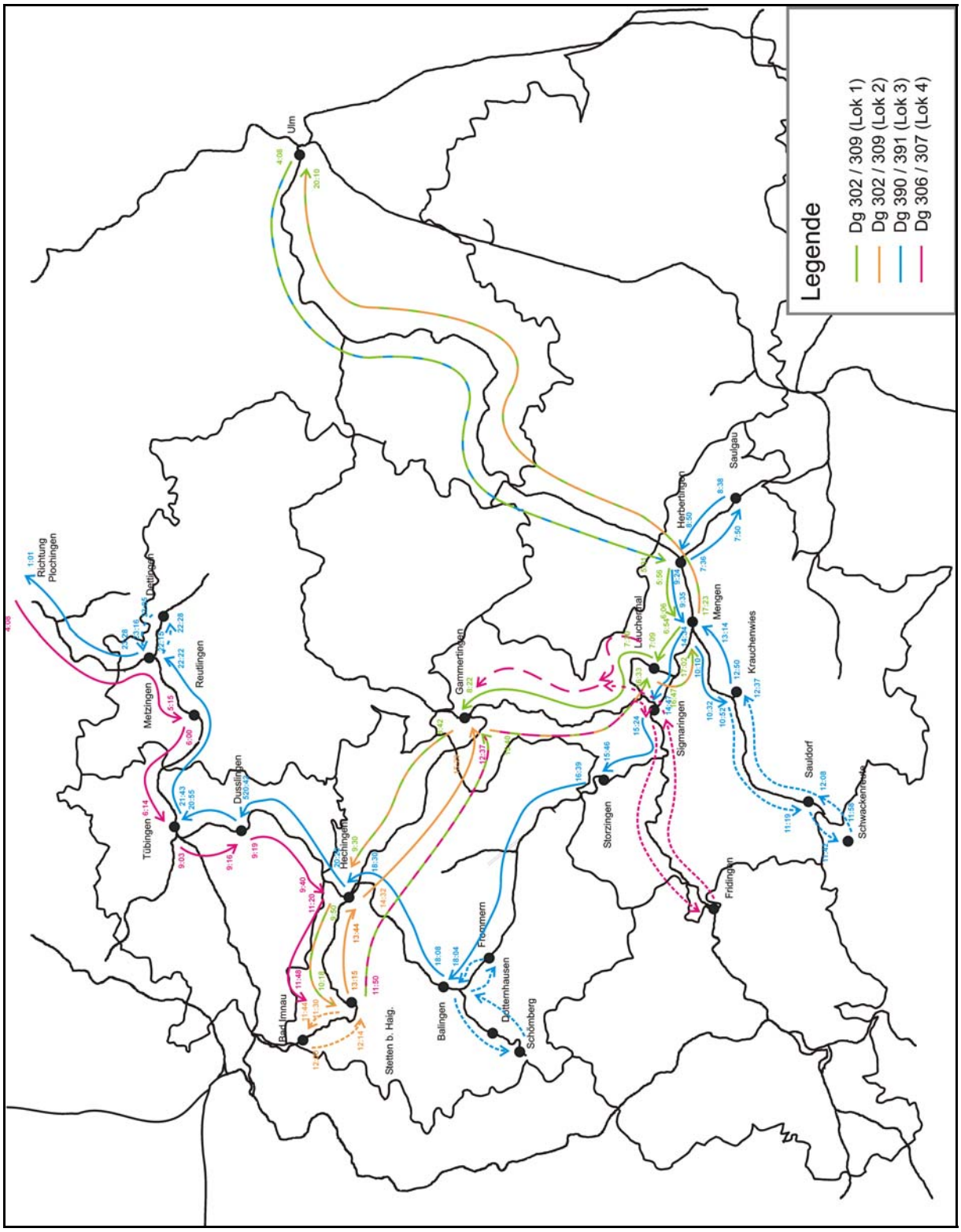


Abbildung 5-3: Kartografischer Fahrplan des Güterverkehrs der HzL

Die HzL-Güterzüge nach Plochingen weisen derzeit noch Kapazitätsreserven auf. Bei den HzL-Zügen nach Ulm treten dagegen bereits Kapazitätsprobleme auf. Die HzL verweist darauf, dass ggf. Bedienungen nach Ulm über Plochingen geschickt werden können.

Die HzL verfügt über sieben Lokomotiven. Diese werden ausschließlich im Güterverkehr eingesetzt und sind auch auf DB-Strecken zugelassen. Mindestens drei, in der Regel jedoch vier bis fünf Lokomotiven werden gleichzeitig benötigt. Das heißt, die restlichen Loks stehen für Spitzenverkehre zur Verfügung, bzw. werden im Betriebshof in Gammertingen gewartet. Die Streckenloks haben eine Leistung von etwa 1.100 kW.
Soweit eine Einbindung der Abfalltransporte nicht in das bestehende Konzept möglich ist, sind je nach Bedienungskonzept evtl. weitere Lokomotiven vorzuhalten. Die zusätzlichen Investitionen gehen als Sprungkosten in die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung für die Abfalltransporte ein.

5.1.3 Transport und Umschlag

Warum Umschlagplätze?

Abfalltransporte sind charakterisiert durch disperse Quellen mit relativ geringen Mengen. Im Falle des Hausmülls wird das Transportgut in Siedlungsbereichen durch Sammelfahrzeuge eingesammelt und entweder direkt zur Verwertung/Deponierung oder zu einem zentralen Sammelplatz gefahren, wo das Fahrzeug geleert wird um zur nächsten Sammelfahrt überzugehen. Dabei ist es möglich den Abfall sowohl lose als auch in Containern abzuladen. Im zweiten Fall ist es auch möglich, die Container an unterschiedlichen Stellen im Sammelgebiet abzusetzen. So wird dies beispielsweise im Zollernalbkreis gehandhabt: Hier werden die vollen Container von den Sammelfahrzeugen an eigens dafür vorgesehenen Plätzen abgestellt. Ein spezielles Transportfahrzeug bringt die Container zur Deponie. Diese Vorgehensweise hat mehrere Vorteile: Zum einen müssen Schüttung und Presswerk nicht bis zur Deponie mitgeführt werden, dies verbessert das Nutzlast/Totlast-Verhältnis, zum anderen entsteht ein zusätzlicher Bündelungseffekt, da das Straßentransportfahrzeug mehrere Container transportieren kann. Auch können auf diese Weise die (teureren) Sammelfahrzeuge besser ausgelastet werden.

Eine Anmerkung zu den Begriffen Umschlag und Umladung: Im Kontext dieses Kapitels wird das Wort „Umschlag“ allgemein für jeden Vorgang gebraucht, bei dem das Transportgut – in welcher Weise auch immer – das Transportfahrzeug wechselt. In den folgenden Kapiteln wird genauer differenziert zwischen „Umschlag“ einerseits, bei dem der Abfall gemeinsam mit einem Transportbehälter bewegt wird, und „Umladen“ andererseits, bei dem der Abfall aus seinem Transportbehälter entfernt wird, um wieder in neue Einheiten aufgeteilt zu werden.

Soll der Transport schienengestützt durchgeführt werden, wie dies im Rahmen von EBEK untersucht wird, so sind eventuell zusätzliche Umschlagvorgänge erforderlich, was mit erhöhten Kosten verbunden ist. Dies ist der Fall, wenn am Umschlagplatz kein Schienenan-

schluss vorhanden ist und daher zusätzlich ein Lkw-Zubringerverkehr vom Müllsammelplatz zur Bahnverladung eingerichtet werden muss. Dies gilt natürlich auch für die Zielorte der Transporte, so dass pro Transportrelation bis zu zwei Umschlagvorgänge zusätzlich erforderlich sein können.

Welche Umschlagplätze?

Zu Beginn des Projektes wurde eine Reihe von bestehenden Umschlagplätzen und potentiellen Standorten für die Einrichtung von solchen ermittelt und auf ihre Tauglichkeit zum Umschlag von Siedlungsabfällen untersucht. Ergebnis dieser Untersuchung war, dass in der Beispielregion eine Vielzahl geeigneter Orte für einen Containerumschlag Straße/Schiene vorhanden ist. Die folgende Abbildung zeigt alle Standorte, die im Rahmen des Projekts zur Diskussion standen. Sie erhebt nicht den Anspruch, sämtliche Umladestellen in der Region darzustellen.

Abbildung 5-4: Bestehende und potentielle Standorte für den Müllumschlag in der Beispielregion

Für die Auswahl der Umschlagplätze ist eine Reihe von Kriterien heranzuziehen.

Zum einen ist die Lage sowohl im Schienen- als auch im Straßennetz von Bedeutung. Je kürzer die Straßenentfernung von der Quelle zum Ort der Bahnverladung, umso weniger zu-

sätzliche Lkw-Kilometer fallen an, was sich sowohl auf die ökologische Bilanzierung als auch auf die Wirtschaftlichkeitsrechnung positiv auswirkt. Die Lage im Schienennetz ist insofern von Bedeutung, als auch hier Umwege nach Möglichkeit vermieden werden sollen (was bei der Bahn jedoch kostenseitig eine geringere Rolle spielt). Von noch größerer Wichtigkeit sind betriebliche Aspekte, also z. B. die Frage, ob eine Strecke überhaupt bedient wird, da neue Bedienungen auch mit deutlich erhöhten Kosten verbunden sind. Hier macht sich der Systemunterschied Straße/Schiene bemerkbar, denn auf der Straße sind die konkreten Relationen relativ unbedeutend, da jeweils einzelne Einheiten gefahren werden. Die Schiene dagegen kann ihre Systemvorteile erst durch die Bündelung von Verkehren zu Geltung bringen.
Neben der Lage im Straßennetz wurde auch die Lage relativ zur Siedlungsstruktur berücksichtigt. Hier können sich Zielkonflikte ergeben: Einerseits ist ein siedlungsnaher Umschlag geeignet, Transportentfernungen auf der Straße zu reduzieren, da generell davon ausgegangen werden kann, dass Bereiche mit hoher Siedlungsdichte den Gebieten hohen Abfallaufkommens entsprechen. Andererseits kann ein Umschlag innerhalb bebauter Gebiete oder in der Nähe von Siedlungen zu einer Beeinträchtigung der Wohnbevölkerung führen, einerseits durch Geruchs-, andererseits durch Schallemissionen und beides sowohl durch die durchgeführten Transporte als auch durch Lagerung und Umschlagvorgänge. Neben diesen Auswirkungen, die objektiv quantifizierbar sind, ist bei siedlungsnahen Einrichtungen auch mit Widerständen zu rechnen.
Bereits im Vorfeld der Entscheidung über die Nutzung eines potentiellen Umschlagplatzes müssen die lokalen Platzverhältnisse untersucht und die Frage geklärt werden, ob der Platz für das vorgesehene Container- und Umschlagsystem geeignet ist, welche Infrastruktur ggf. zusätzlich erstellt werden muss und mit welchen Kosten dies verbunden ist. Nicht zuletzt ist auch hier auf genehmigungsrechtliche Belange Rücksicht zu nehmen.

Warum Wechselbehälter?

Grundsätzlich erscheint es den Autoren unumgänglich, bei einer schienengestützten Transportkette auf ein Wechselbehältersystem zurückzugreifen, und zwar in Form von Poolcontainern, die unabhängig vom Abfallsammelsystem der Landkreise eingesetzt werden können. Durch das Konzept der Poolcontainer ergibt sich eine größere Flexibilität und einfachere Handhabung im Gesamtsystem. Seitens der Landkreisvertreter gab es hierzu einige Bedenken, z. B. haftungsrechtliche Probleme bei der Übergabe befüllter Behälter zwischen verschiedenen Unternehmen. Die EBEK-Bearbeiter sind jedoch der Meinung, dass derartige Schwierigkeiten keine unüberwindbaren Hürden darstellen und durch organisatorische und vertragliche Maßnahmen regelbar sind.

Beim Einsatz von Wechselbehältern und mithin bei der Optimierung der Transportkette sind die folgenden unterschiedlichen Modelle denkbar, abhängig von räumlichen, organisatorischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten.

Sammlung und Transport mit denselben Wechselbehältern

Dieses Konzept bietet den Vorteil vereinfachter Umschlagsmöglichkeiten. Als Umschlagstellen sind lediglich befestigte Plätze erforderlich. Der Transport erfolgt durchgängig im geschlossenen Behälter, wodurch keine Geruchsemissionen auftreten, soweit die Behälter entsprechend luftdicht schließen.

Trennung von Sammlung und Transport

Ist es, z. B. aufgrund der vorhandenen Sammelfahrzeuge nicht möglich, direkt in Wechselbehälter zu sammeln, so ist auch denkbar, den Abfall an einem Standort mit Gleisanschluss in Wechselbehälter umzuladen. Der Vorteil besteht darin, dass die eingesetzten Müllfahrzeuge unabhängig vom Transportsystem sind. Dafür sind Investitionen in bauliche Maßnahmen für die Umladeanlagen erforderlich. Bei der Standortwahl sind Belange des Geruchs- und Lärmschutzes zu beachten (siehe oben).

Umladen in Wechselbehälter auf vorhandenen Anlagen bzw. Deponien

Da es nicht immer gelingen wird, an Orten mit Gleisanschluss (i. d. R. Bahnhöfe oder Firmengelände) auch eine Umschlaganlage zu errichten, kann das Umladen des Abfalls auch auf einem anderen Gelände erfolgen. Im einfachsten Fall können hierfür bestehende Mülldeponien verwendet werden, was genehmigungsrechtlich die geringsten Probleme mit sich bringen dürfte. Außerdem sind Umschlageinrichtungen evtl. schon vorhanden und Anfangsinvestitionen können damit niedrig gehalten werden.

Der Nachteil besteht darin, dass gegenüber der zuvor geschilderten Variante ein weiterer Standort erforderlich wird, da die Bahnverladung nicht entfällt. Somit werden auch zusätzliche Straßentransporte verursacht und die Betriebskosten erhöht.

Ein großer Vorteil bei der Nutzung bestehender Deponien besteht darin, dass der Abfall hier nicht nur offen umgeladen, sondern auch zwischengelagert werden kann. Hierdurch kann die Zahl der Behälter gering gehalten werden, was sich wiederum kostensenkend auswirkt.

Langfristig kann auch geprüft werden, ob es wirtschaftlich zweckmäßig ist, an der Deponie einen Gleisanschluss zu errichten, so dass die Lkw-Zulieferverkehre eingespart werden können.

Welche Umschlagtechnik?

Für die kombinierte Transportkette (Straße und Schiene) kommen verschiedene Systeme der Behälter-, Fahrzeug-, Umschlag- und Verladetechnik in Frage. Auf die technischen Details wird in Kapitel 6 näher eingegangen. An dieser Stelle wird die Frage erörtert, anhand welcher Kriterien die Systementscheidung getroffen werden kann.

Von grundsätzlicher Bedeutung sind zunächst die Kosten, und zwar unterschieden nach Anschaffungs- und Unterhaltungskosten von Behältern, Verladegerät und Fahrzeugen. Weiterhin von Belang sind Flexibilität und Einfachheit des Systems, Zuverlässigkeit, Zukunftsfähigkeit und nicht zuletzt die Frage, inwieweit das System auf bestehende Systeme aufbaut bzw. zu diesen kompatibel ist.

Aus Sicht des Eisenbahnbetriebskonzepts lassen sich diese Anforderungen wie folgt konkretisieren:

- Die einzusetzenden Systeme müssen eine freie Beladung einzelner Wagen im Zugverband ermöglichen. Das heißt, dass die Übergabe von Behältern vom Umschlagplatz oder vom Lkw auf jeden beliebigen Waggon eines bereits teilbeladenen Zuges möglich sein muss. Hintergrund ist die Annahme, dass Sammelfahrten nicht „sortenrein“ nach Fraktionen erfolgen. Um einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen sind möglicherweise unterschiedliche Müll-/Wertstofffraktionen bei einer Bedienungsfahrt zu verladen. Die freie Beladung trägt dazu bei, zusätzlichen Rangieraufwand bzw. lange Belegungszeiten bei der Ablieferung zu vermeiden, indem die jeweiligen Fraktionen bereits bei der Beladung getrennt in aufeinander folgende Waggons bzw. Waggongruppen verbracht werden.

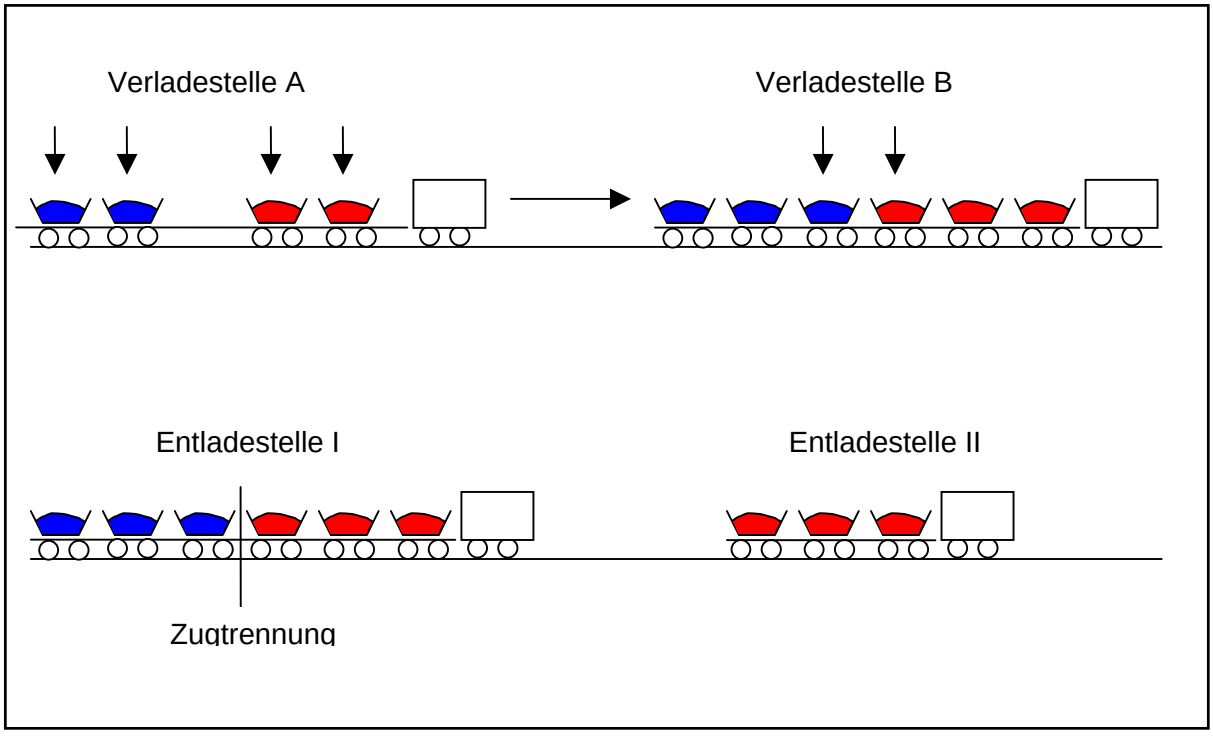


Abbildung 5-5: Schematische Darstellung der freien Verladung und der Entladung mit Hilfe von Zugtrennung

- Die Umladetätigkeit sollte möglichst mit fahrzeugeigenen Mitteln erfolgen können oder mit kleinen eigenständigen Fahrzeugeinheiten durchzuführen sein (d. h. insbesondere keine Krananlagen).

Hintergrund hierfür ist die Lage der vorgesehenen/möglichen Umschlagplätze. Diese sind so zu platzieren, dass möglichst geringe Beeinträchtigungen von Siedlungsflächen entstehen – also außerhalb der eigentlichen Siedlungsflächen. Damit ist davon auszugehen, dass vor Ort keine externe Energieversorgung vorhanden ist und die Energie entweder lokal bereitgestellt oder fahrzeugseitig geliefert werden muss.

- Als Umschlagtechnik ist ein Horizontalumschlag dem Vertikalumschlag vorzuziehen. Obwohl in der betrachteten Beispielregion ausschließlich Dieseltraktion zum Einsatz kommt und damit eine Oberleitung nicht beachtet werden muss, ist nicht auszuschließen, dass diese an Entladestationen vorhanden sind. Darüber hinaus würde bei Nichtbeachten die Anwendung des Systems in anderen Regionen nur eingeschränkt bzw. nicht möglich sein
- Beim Umschlagvorgang ist das Lichtraumprofil eines parallelen Gleises zu berücksichtigen.

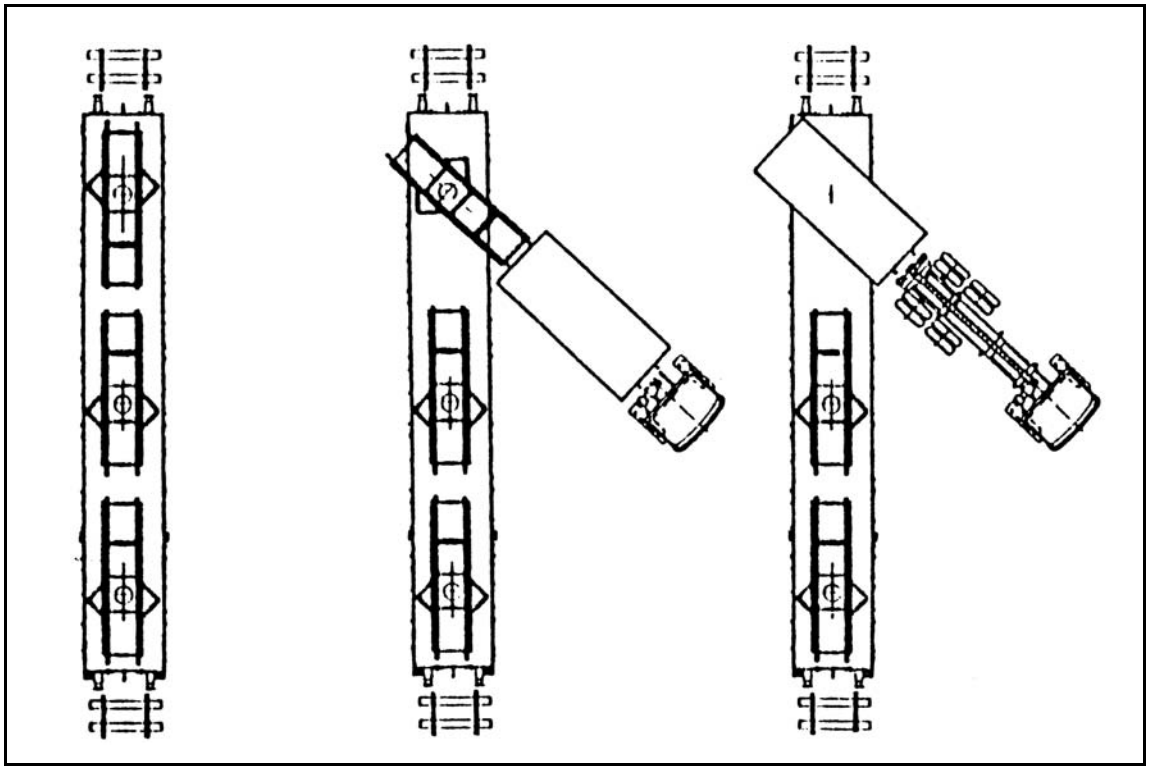


Abbildung 5-6: Umschlag Straße/Schiene mittels ACTS

Für die Konzeption einer schienenverkehrsgestützten Transportkette genügt das ACTS (Abroll-Container-System) den Anforderungen. Das ACTS ist das heute meist verwendete System für den Umschlag von Abfall von der Straße auf die Schiene. Für die Rangiervorgänge ist neben der Schiene ein Freiraum von 10 m erforderlich plus Rangiermöglichkeiten für den LKW. Die weiteren Überlegungen bauen auf diesem System, das in der Beispielregion im Zollernalbkreis bereits eingesetzt wird, auf. Auch ein Umschlag von Wechselbehältern

mittels eines Mobilers wurde angedacht. Eine Systembeschreibung ist in Kapitel 6 aufgeführt.

5.1.4 Aufkommen

Die zu transportierenden Abfallmengen wurden in Kapitel 3 dargestellt. Wie bereits erläutert kommen für den Einsatz von Wechselbehältern unterschiedliche Konzepte in Frage. Abhängig vom gewählten Konzept sind die zeitlichen Schwankungen des Transportaufkommens zu berücksichtigen. Die Schwankungen sind bedingt durch jahreszeitliche Differenzen im Abfallaufkommen, durch Ferienzeiten und Feiertage, Zuschnitt der Sammelgebiete sowie die statistische Streuung.

Einen Einfluss haben diese Schwankungen auf die zeitliche Einpassung der Transporte in das Eisenbahnbetriebskonzept, sowie auf vorzuhaltende Kapazitäten an Behältern und Flächen für deren Lagerung.

Aus diesem Grund wurde für den Demonstrator (siehe Kapitel 5.2) eine genauere Analyse der anfallenden Abfallmengen durchgeführt. Betrachtet wurde hierbei nur der gesammelte Hausmüll. Zunächst erfolgte eine Bestandsaufnahme der Abfallsammeltage (Montag bis Freitag, jeweils gerade und ungerade Woche, insgesamt also zehn) für die einzelnen Gemeinden. Über die Zahl der Einwohner konnte der Müllanfall damit gemeindeweise abgeschätzt werden. Durch Zusammenfassung dieser Daten wiederum nach Sammeltagen wurde die zeitliche Verteilung über einen Zeitraum von zwei Wochen ersichtlich. Zusätzlich war es auf diese Weise möglich, die Wochenganglinie des Aufkommens nicht nur landkreisweise abzubilden, sondern auch für unterschiedliche Kombinationen von Umschlagplätzen über eine räumliche Zuteilung der Sammelgebiete zu diesen Umschlagplätze eine feinere Differenzierung zu erreichen.

Tabelle 5-1: Gesammelte Restmüllmengen pro Landkreis und Sammeltag

[t Hausmüll pro Sammel-tag]	gerade Woche					ungerade Woche					Summe
	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mo	Di	Mi	Do	Fr	
Tübingen	92	97	39	77	63	85	79	56	52	89	730
Reutlingen	133	140	100	139	136	141	138	128	132	72	1261
Zollernalbkreis	61	59	85	40	61	62	53	50	55	31	557
Sigmaringen	39	42	32	30	34	43	40	43	47	19	370
Tuttlingen	65	66	97	50	68	74	75	65	69	40	670
Biberach	107	110	84	120	88	97	71	95	128	120	1020

Die Daten in Tabelle 5-1 geben den hochgerechneten durchschnittlichen Anfall pro Sammeltag an. Zusätzlich kann von einer überlagerten jahreszeitlichen Schwankung von +/- 20 % ausgegangen werden.

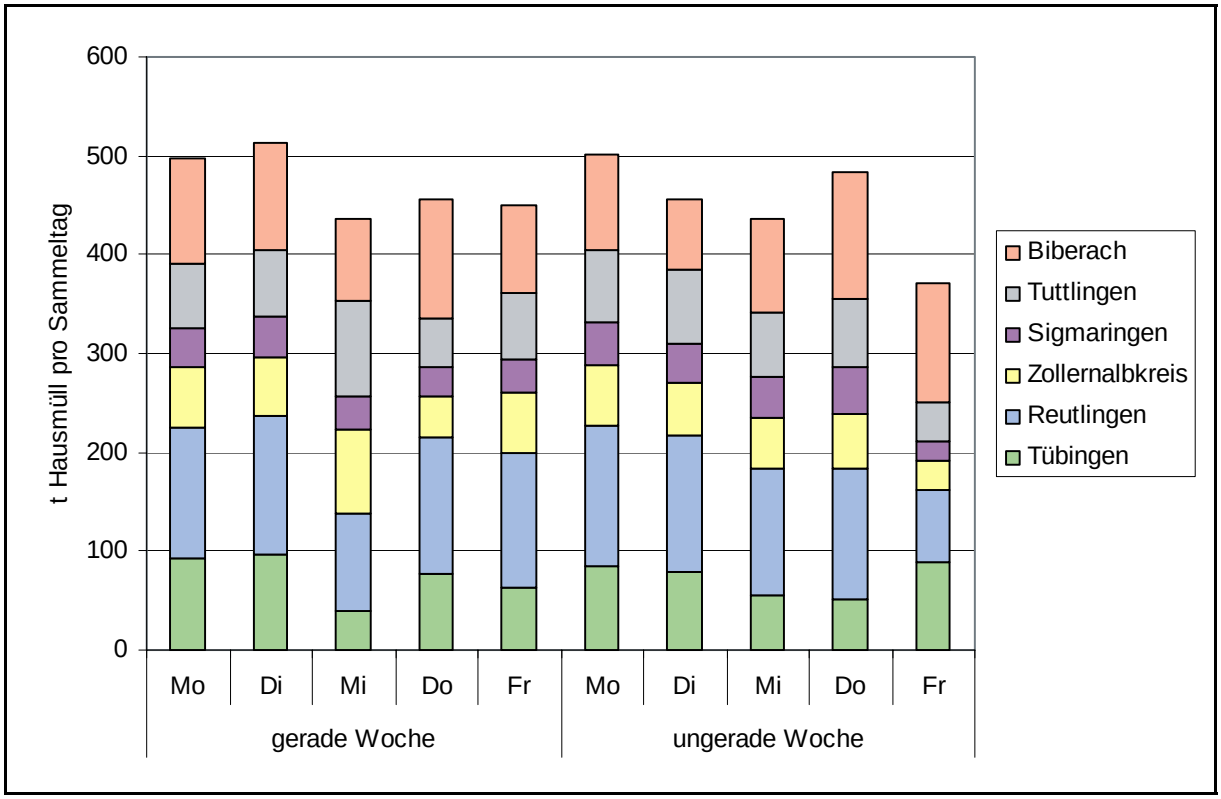


Abbildung 5-7: Gesammelte Restmüllmengen pro Landkreis und Sammeltag

Abbildung 5-7 zeigt erhebliche Schwankungen, die im Transportkonzept berücksichtigt werden müssen. Die Höhe der Schwankungen hängt selbstverständlich mit dem Zuschnitt der Sammelgebiete zusammen. Ggf. wäre es möglich, die Sammelgebiete anders abzugrenzen. Jedoch ist zu beachten, dass eine Umstellung von Sammeltagen mit einem erheblichen or-

ganisatorischen Aufwand verbunden ist (einschließlich Information der Bevölkerung), und dass neben einem gleichmäßigen Abfallaufkommen auch bedacht werden muss, dass aus Sicht des Personaleinsatzes die Sammeltouren zeitlich von vergleichbarem Umfang sein sollten. Das Verhältnis von Sammelmenge zu Sammeldauer ist wiederum von der Siedlungsdichte abhängig.

Bereits an dieser Stelle sei angemerkt, dass die getroffenen Überlegungen im Rahmen des Demonstrators nicht weiterverfolgt wurden, da das Problem der Aufkommensschwankungen durch eine Zwischenlagerung auf einer Deponie gelöst wird.

Für eine Auswahl der potentiellen Umschlagplätze ist – zur Minimierung der Transportentfernungen auf der Straße – eine Orientierung an den Aufkommensschwerpunkten vorzunehmen. Die folgende Abbildung 5-8 gibt einen Überblick über die räumliche Verteilung des Abfallaufkommens auf Gemeindebasis.

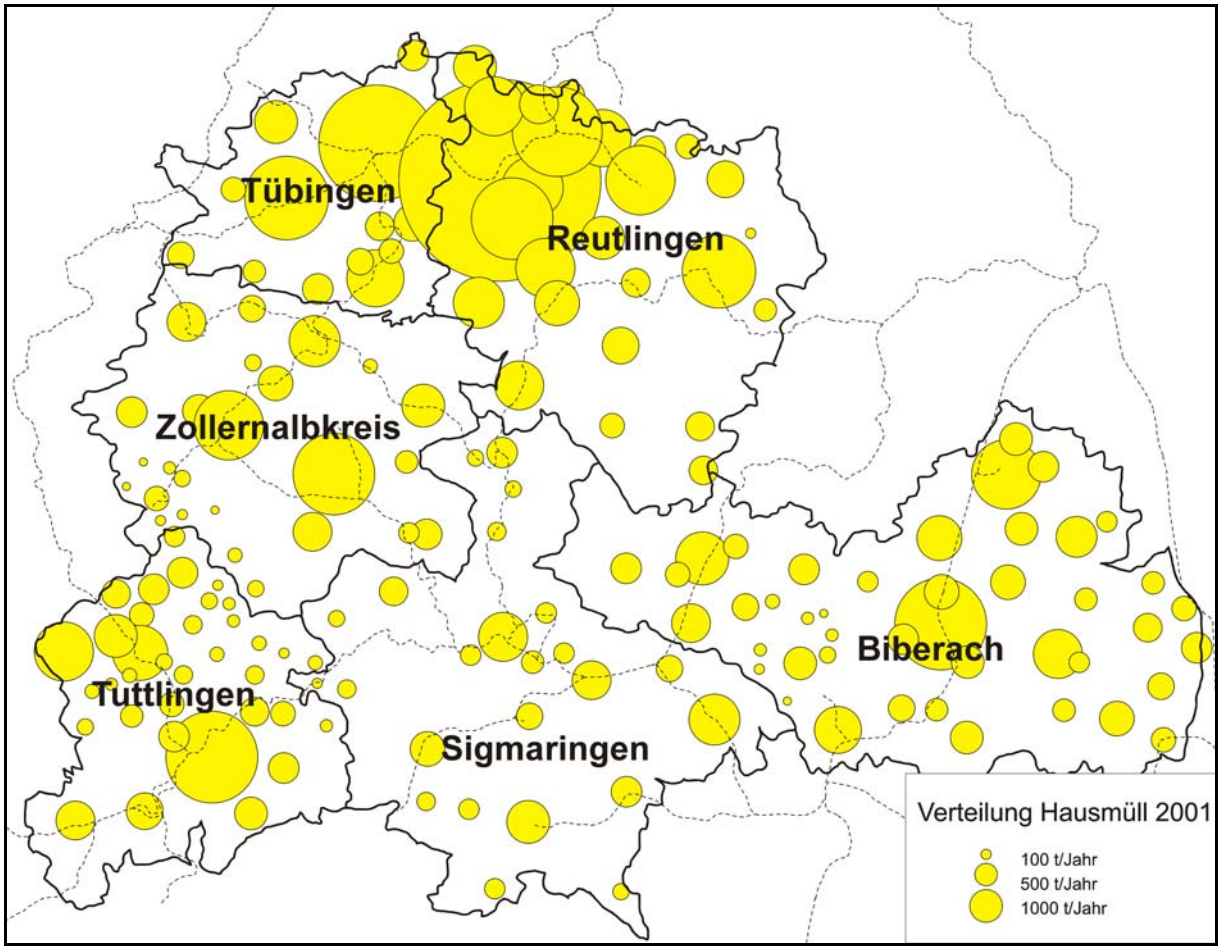


Abbildung 5-8: Verteilung des Hausmüllaufkommens in der Beispielregion

5.1.5 Bedienungskonzepte

Bei der Konzeption der Schienenverkehrsbedienung sind eine Reihe von Aspekten mit mehreren Alternativen zu berücksichtigen, die es im Rahmen ihrer gegenseitigen Abhängigkeiten zu optimieren gilt.

Es ist teilweise eine Einbindung in den Einzelwagenverkehr der HzL möglich (Mora-C-Züge). Hierbei ist jedoch besonders auf das Erreichen der Kapazitätsgrenzen (Länge bzw. Last) zu achten. Die Alternative besteht im Fahren von Ganzzügen. Hier ist unter Kostengesichtspunkten eine Lösung zu bevorzugen, bei der die Anzahl benötigter Lokomotiven möglichst gering ist. Optimal ist eine Abstimmung mit dem bestehenden Konzept, bei dem durch eine geschickte zeitliche Verzahnung die vorhandenen Lokomotiven eingesetzt werden können.

Von Bedeutung ist auch die Wahl des Umladesystems. Die Entscheidung für eine der folgenden Möglichkeiten hat Einfluss auf die Wahl der Umschlagplätze:

- Offenes Umschlagsystem. Muss außerhalb von bebautem Gebiet liegen.
- Geschlossenes Umschlagsystem. Auch innerhalb bebauten Gebiets möglich.
- Geschlossenes Behältersystem. Optimale Lösung.

Bei der Wahl der Umschlagplätze sind, wie bereits in Kapitel 5.1.3 dargelegt, eine Reihe von Randbedingungen zu beachten. Auswirkungen auf das Bedienungskonzept hat auch die Frage, wie viele Plätze gewählt werden. Räumliche Nähe zu den einzelnen Umschlagorten trägt dazu bei, die Transportentfernungen auf der Straße zu reduzieren. Andererseits ist aber von erhöhten Kosten für Eisenbahnbedienung und Umschlag auszugehen. Auch besteht die Möglichkeit, „sortenreine“ Umschlagplätze einzurichten, die auf die unterschiedlichen Spezifika der verschiedenen Abfallfraktionen (einschließlich erforderlicher Einrichtungen) Rücksicht nehmen kann, oder Umschlagplätze für mehrere Abfallfraktionen einzurichten, was Synergieeffekte beim Umschlag mit sich bringt.
Die folgende Darstellung (Abbildung 5-9) soll diese Möglichkeiten verdeutlichen. Die schwarze Linie mit den schwarzen Kreisen steht für die Bahnstrecke und die Umschlagplätze. Die farbigen Linien stellen die diversen Abfallfraktionen dar, die an den Umschlagplätzen konzentriert werden.
a. zeigt die Möglichkeit, wenige Umschlagplätze mit langen Wegen einzurichten. In b. ist die Zahl der Umschlagplätze größer, wobei sich für alle Fraktionen kürzere Wege ergeben. Bei der Darstellung c. gibt es ebenfalls viele Umschlagplätze, jedoch sind die Plätze jeweils nach Fraktionen getrennt.

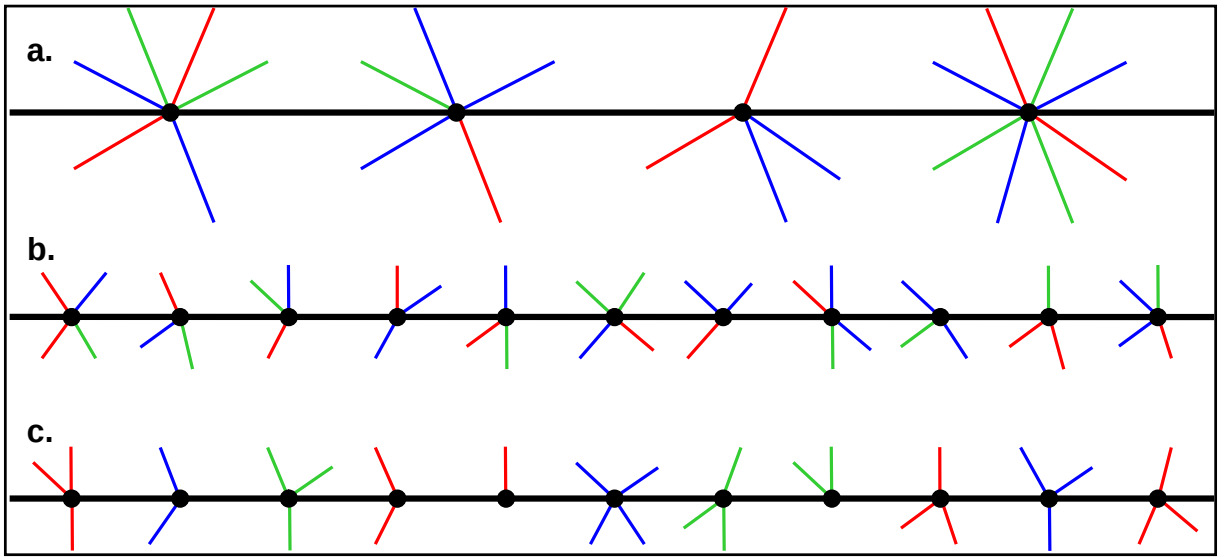


Abbildung 5-9: Schematische Darstellung denkbarer Bedienungskonzepte

Zu beachten ist, dass aufgrund vertraglicher Bindungen und politischer Gegebenheiten grundsätzlich keine Straßentransporte über Landkreisgrenzen hinweg vorgesehen werden und folglich der Umschlagplatz im jeweiligen Landkreis angesiedelt sein sollte.

5.2 Die Demonstratoren

In diesem Kapitel werden das für EBEK erarbeitete Bedienungskonzept für die Bahntransporte sowie das Vergleichskonzept auf der Straße dargestellt. Am Ende des Kapitels folgt eine Gegenüberstellung der Kosten für beide Konzepte. Zur grundlegenden Idee der Demonstratoren siehe Kapitel 4.3.

5.2.1 Mengengerüst

Die Rahmenbedingungen der beiden Demonstratoren sind in Kapitel 4.3 dargelegt. Demzufolge ist für die Transporte von dem unten stehenden Mengengerüst auszugehen. Da sich im Laufe der Bearbeitung für die Bahntransporte nicht das Gewicht sondern das Volumen als der bestimmende Faktor herausstellte, ist die Dichte entscheidend. Die Dichteangaben stammen von den Landkreisen und der Firma U-Plus. Als Behälter wird von 20-Fuß-Containern mit einem Aufnahmevolumen von 29 m³ ausgegangen. Mit diesen Angaben wird die Anzahl der wöchentlich durchschnittlich zu transportierenden Behälter ermittelt (siehe Tabelle 5-2).

Tabelle 5-2: Mengengerüst für die Demonstratoren

Landkreis	**Tübingen**	**Reutlingen**	**Zollernalb-kreis**	**Sigma-ringen**	**Tuttlingen**
durchschnittliche Müllmenge [t/Jahr]:					
Hausmüll	19.000	33.000	14.400	9.600	17.500
Sperrmüll	3.300	2.700	2.500	700	1.800
Gewerbemüll	7.100	7.100	14.700	2.400	9.500
Gesamt	**29.400**	**42.800**	**31.600**	**12.700**	**28.800**
Dichte [t/m³]	0,244	0,244	0,29	0,244	0,244
wöchentliche An-zahl Container	**80**	**116**	**72**	**34**	**78**
Anlieferung MVA	Stuttgart	Stuttgart	Stuttgart	Ulm	Ulm

5.2.2 Umschlagplätze

Die im Rahmen des Demonstrators vorgesehenen Umschlagplätze sind in Tabelle 5-1 aufgeführt. Eine kurze Beschreibung zu jedem Umschlagplatz findet sich im Anhang 5-1.
Die Frage, ob die vorgesehenen Flächen und Gleise, die sich im Eigentum der DB AG befinden, für den Umschlag tatsächlich genutzt werden können, und ob diese Nutzung längerfristig sichergestellt werden kann, war im Rahmen des theoretischen Forschungsprojektes EBEK nicht zu klären, da hierfür in konkrete Verhandlungen mit der Immobilienverwaltung der DB AG eingetreten werden muss.
Diese Fragen sind ggf. in einem weiteren Schritt zu klären, der jedoch über den Rahmen von EBEK hinausgeht. Für das Forschungsvorhaben wird eine Nutzungsmöglichkeit zunächst unterstellt.

Tabelle 5-3: Umschlagplätze für die Demonstratoren

Landkreis	**Umschlagplätze**
Tübingen	Tübingen alter Güterbahnhof
Reutlingen	Reutlingen
Zollernalbkreis	Hechingen
Sigmaringen	Mengen Hanfertal Bad Saulgau Krauchenwies
Tuttlingen	Immendingen

5.2.3 Bedienungskonzept Lkw-Vorlauf

Die Prozesskette im schienengestützten Entsorgungskonzept sieht vor, dass der Müll auf bereits bestehenden Deponien lose gesammelt wird (also dort von den Sammelfahrzeugen angeliefert wird). Dieses Konzept ist in den meisten Landkreisen auch für die Alternative Straßentransport vorgesehen.
Es ergeben sich zum einen genehmigungsrechtliche Vorteile, da an den betreffenden Standorten heute schon Müllbehandlungen stattfinden. Auch ist keine zusätzliche Belastung der Bevölkerung zu befürchten und aufwendige technische Maßnahmen des Immissionsschutzes sind nicht erforderlich, wie dies zum Beispiel bei einem offenen Umschlag an einem Bahnhof innerhalb eines bebauten Gebietes zu erwarten wäre. Zum anderen bietet sich der Vorteil, dass die Deponie quasi als „Puffer“ verwendet werden kann, um Aufkommensschwankungen abzufangen (siehe hierzu auch Kapitel 5.1.4). Dadurch wird das Eisenbahnbetriebskonzept deutlich vereinfacht, und eine Optimierung der Kosten erreicht.

Der offene Müll wird auf den Sammelstellen in ACTS-Container geladen. Da die Müllverladung auch im Rahmen der Straßentransporte erforderlich ist, werden hierfür für den Vergleich Straße/Schiene keine Kosten kalkuliert.
Die gefüllten Container werden von Lastzügen zu den jeweiligen Bahnverladestellen gebracht. Die Fahrzeuge können die Container durch eine Hakenlifteinrichtung selbstständig vom Boden aufnehmen und absetzen. Die Beladung der Bahnwaggons erfolgt ebenfalls mit Hilfe dieser Hakenlifteinrichtungen. Hierzu fahren die Lastzüge rückwärts im Winkel von 45° an die Waggons heran und schieben diese auf ein Drehgestell. Dieses wird dann in die richtige Position zurückgeschwenkt. Näheres zur Umschlagtechnik siehe Kapitel 6.
Mit dem Einsatz eines Hängers können pro Tour zwei Container transportiert werden.

Es folgt eine kurze Beschreibung der untersuchten Varianten im Lkw-Vorlauf. Im Anhang 5-2 sind kartografische Darstellungen der untersuchten Transportketten für den Straßen- und Schienentransport aufgeführt.

Demonstrator I

Im Landkreis Tübingen erfolgt die Sammlung des Mülls auf der Deponie Dußlingen. In Reutlingen wird der Müll von den Sammelfahrzeugen zu den Sammelstellen in Schinderteich, Metzingen und Engstingen gebracht. Von dort wird der Müll weitertransportiert zur Deponie Schinderteich, auf der der gesamte Müll aus Reutlingen gesammelt wird.
Auf den Deponien wird der Müll in ACTS-Container umgeladen und entweder zum jeweiligen Bahnhof gebracht, also nach Reutlingen und Tübingen („Variante Reutlingen“) oder der Müll aus beiden Landkreisen wird am Bahnhof Tübingen gemeinsam umgeschlagen („Variante Tübingen“).

Der Zollern-Alb-Kreis nimmt durch seine Müllsammlung eine Sonderstellung ein: Dort wird bereits heute direkt in ACTS-fähige Presscontainer gesammelt. Wenn diese voll sind, werden sie von den Sammelfahrzeugen an Wechselplätzen, die im ganzen Landkreis verstreut liegen, abgestellt und gegen einen leeren Behälter, der dort bereit steht, ausgetauscht. Die befüllten Container werden zur Deponie Hechingen gebracht, wo der Müll in die Behälter für den Bahntransport umgefüllt wird. Die Variante, den Müll in den Presscontainern zu belassen und diese direkt auf der Bahn zu transportieren schied bei einer Voruntersuchung aus, da sie sich aufgrund der höheren Containerkosten als ungünstiger erwies.

Demonstrator II

Im Landkreis Tuttlingen erfolgt die Sammlung alternativ auf der Deponie Talheim oder der Deponie Hasenholz („Variante Talheim“ bzw. „Variante Hasenholz“). Von dort werden die Container wie oben beschrieben mit Lkw zur Bahnverladung gebracht.

In Sigmaringen wird der Müll zu etwa gleichen Teilen zu den Deponien Ringgenbach und Bad Saulgau gebracht. Anschließend wird der Müll von dort per Lkw je nach Variante zu ein oder zwei Umschlagbahnhöfen gebracht. Die untersuchten Varianten sind in Kapitel 5.2.6.2 dargestellt.

5.2.4 Anlieferung Müllverbrennungsanlage Stuttgart-Münster

Da die Müllverbrennungsanlage (MVA) in Stuttgart-Münster nicht mehr über einen Gleisanschluss verfügt, müssen alternative Möglichkeiten für den Transport des angelieferten Abfalls vom Bahngelände zur MVA untersucht werden.

Der nächstgelegene Zugang zum Schienenverkehr befindet sich am Bahnhof Stuttgart-Münster. Dieser ist von der MVA nur ca. 500 m Luftlinie entfernt. Allerdings erschwert die topografische Lage die Anlieferung. Die MVA befindet sich im Neckartal, das Bahnhofsgelände etwa 30 m höher. Die Fahrtstrecke zwischen Bahnhof und Müllbunker in der MVA beträgt im öffentlichen Straßennetz ungefähr 1,7 km und führt durch das Wohngebiet Münster hindurch. Bei dem erwarteten Müllaufkommen ist von ca. 50 Lkw-Fahrten pro Tag auszugehen. Dies würde eine deutliche Belastung für die Wohnbevölkerung darstellen.

Abbildung 5-10: Blick auf das Firmengelände der Firma S-plus und die Müllverbrennungsanlage. Der Bahnhof Münster befindet sich links des Bildes.

Als Alternative bietet sich die Fahrt durch das direkt an das Bahnhofsgelände anschließende Firmengelände der Firma S-plus Umweltservice GmbH an. S-plus bietet an, dieses für die Durchfahrt der Lkw nutzen zu können. Dadurch kann nicht nur die Fahrtstrecke um 600 m verkürzt werden, sondern auch die Durchfahrt durch das Wohngebiet vermieden werden.
Ein Lkw-Transport mit Anhängern scheidet hier aus, da es aufgrund vorgesehener Umbaumaßnahmen in der MVA keine Zuführung zum Müllbunker mit Anhängern geben wird.

Neben dieser Form der Anlieferung wurden noch zwei weitere Ansätze verfolgt:
Zum einen ist der Transport des Mülls vom Bahnhof Münster zur MVA per Förderband möglich. Hierfür wurde eine Untersuchung in Auftrag gegeben, wie und zu welchen Kosten dies realisiert werden könnte.
Grundsätzlich wird diese Variante als machbar angesehen, allerdings mit vielen Bedenken.
Die Befüllstation des Förderbands muss so ausgeführt werden, dass keine Geruchsemissionen nach außen dringen. Es ist also eine Einhausung mit Abluftbehandlung erforderlich.
Probleme sind beim Transport von Sperrmüll zur erwarten, der wegen seiner Stückigkeit unter vertretbarem Aufwand nicht störungsfrei durch mechanische Förderung über die vorgesehene Strecke transportieren werden kann.
Schwierigkeiten macht auch die Einführung des Förderbands in den Bunker. Dies dürfte nur von der Neckar abwärts gelegenen Stirnseite aus möglich sein. Um dies zu erreichen, sind allerdings mehrere 90°-Winkel notwendig, die mit unzerkleinertem Müll wenn überhaupt nur schwierig bewältigt werden können.

Der andere Ansatz ist der, ein Gelände der Firma U-plus am Stuttgarter Hafen, das über einen Gleisanschluss verfügt, zu nutzen, und den Müll ebenfalls per Lkw nach Münster zu transportieren. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund interessant, als dort keine weiteren Investitionen anfallen würden. Diese Variante wurde nicht näher untersucht, da aufgrund der bestehenden Platzverhältnisse Zweifel hinsichtlich der Durchführbarkeit bestehen. Die Luftlinienentfernung zwischen Hafen und MVA beträgt ungefähr 6 km.

5.2.5 Anlieferung Ulm

Die MVA Ulm liegt im Industriegebiet Donautal, das über eine Anbindung an das Schienennetz verfügt. Die Entfernung zum Güterbahnhof Ulm beträgt ca. fünf Kilometer. Die Anlage selbst verfügt über einen Gleisanschluss mit einem Lade- und einem Rangiergleis von jeweils etwa 100 m Länge. Schon heute werden pro Monat zwei Waggons mit insgesamt sechs ACTS-Containern angeliefert. Allerdings können auf dem vorhandenen Ladegleis aufgrund örtlicher Gegebenheiten jeweils nur drei Wagen entladen werden. Sollen mehr Wagen entladen werden, muss immer wieder rangiert werden. Das Entladen ist nur in der Zeit möglich, in der die Waage der MVA besetzt ist, was derzeit nur tagsüber der Fall ist. Je Wagen wird eine Stunde benötigt.
Eine Verlängerung der Gleise auf ca. 220 m ist möglich, was jedoch auch nicht zum Abstellen eines Ganzzugs ausreicht. In der Nähe der MVA (ca. 800 m entfernt) gibt es ein Stumpfgleis von ebenfalls ca. 100 m Länge, das zum Zwischenabstellen von Wagen genutzt werden könnte.

Abbildung 5-11: Ladegleise auf dem Gelände der MVA Ulm

Durch die gegebenen Rahmenbedingungen ergibt sich eine Vielzahl von Optionen, die im Rahmen von EBEK betrachtet wurden. Dies betrifft zum einen die Handhabung einer eventuellen nächtlichen Anlieferung, zum anderen die Frage, wo die Wagen eines Ganzzugs abgestellt werden können.

Bei einer nächtlichen Anlieferung (wie im Rahmen des Demonstrator II vorgesehen, siehe Kapitel 5.2.6.2) bestehen die Optionen, die Güterwagen sofort zu entleeren oder bis zum nächsten Tag stehen zu lassen. Dabei sind die anfallenden Kosten gegeneinander abzuwägen: Bei der Entladung am Tag sind zusätzliche Container und Wagen erforderlich, bei der Entleerung in der Nacht entstehen zusätzliche Personalkosten für den Lkw-Fahrer und für das Personal der MVA.

Die zweite Frage, die oben angesprochen wurde, nämlich die Anlieferungen von mehr als drei Güterwagen ist etwas komplexer. Selbst bei Verlängerung der Gleise in der MVA können dort maximal 7 Wagen pro Gleis aufgenommen werden. Auf dem oben angesprochenen Gleis außerhalb der MVA können maximal 5 Wagen abgestellt werden. Dies ergibt insgesamt eine Aufnahmekapazität von maximal 19 Wagen, was für das im Rahmen des Demonstrator II vorgesehene Betriebskonzept jedoch nicht ausreicht. Außerdem kann an die-

sen Gleisen nicht an jeder Stelle entladen werden, so dass regelmäßiges Rangieren erforderlich ist.
Die Ermittlung der exakten Kosten für die verschiedenen Varianten ist im Rahmen des Forschungsprojektes nicht möglich, da Verhandlungen mit nicht an EBEK beteiligten Partnern wie der TAD Ulm oder Railion, die den Rangierverkehr in Ulm-Donautal durchführt, erforderlich sind.
Es wird daher zunächst als Suboptimum folgende Variante angenommen:
Der Transport der Container erfolgt durch die HzL bis zum Rangierbahnhof in Ulm, wo die Züge auf einem noch anzumietenden Gleis abgestellt werden. Von dort erfolgt der Transport der Container durch Lkw bis zur MVA.
Diese Variante wird als Vergleichsvariante geführt. Denkbar ist eine Erweiterung dergestalt, dass, ausgehend von dem abgestellten, beladenen Zug in Ulm Rangierbahnhof jeweils Abteilungen mit sieben Wagen in die MVA gebracht werden, und nach Entladung wieder nach Ulm zurückfahren. Eine Kostenermittlung dieser Variante ist erst im Rahmen einer Umsetzung der EBEK-Demonstratoren möglich. Wenn sich herausstellt, dass diese Variante konkurrenzfähig ist zum Lkw-Nachlauf, wäre sie aus Sicht des durchgängigen Bahntransportes und zur Vermeidung von Lkw-Fahrleistungen zu bevorzugen.

5.2.6 Bedienungskonzept Bahn

5.2.6.1 Demonstrator I

Landkreise Tübingen, Reutlingen und Zollernalb

Die Müllmengen aus diesen Landkreisen sind zu groß, um in den allgemeinen HzL-Güterverkehr integriert werden zu können. Es wird daher ein Ganzzugkonzept verfolgt. Hierbei werden in jedem Landkreis die Müllcontainer an einer zentralen Stelle (Bahnhöfe Reutlingen, Tübingen und Hechingen) angeliefert und auf den Müllzug umgeladen.
Der Zug fährt abends mit vier bis fünf vollen Wagen in Hechingen ab, stellt in Tübingen fünf bis sechs und in Reutlingen sieben bis acht beladene Wagen bei und fährt nachts nach Stuttgart-Münster. Eventuell wird der Zug in Plochingen von der DB AG übernommen. In Stuttgart-Münster werden die beladenen Wagen abgestellt. Anschließend fährt der Zug mit den bereit gestellten Wagen einer zweiten Garnitur leer zurück, um diese Wagen in Reutlingen, Tübingen und Hechingen wieder zur Beladung bereit zu stellen.
Die Entladung der Container an der MVA erfolgt im Laufe des Tages. Die kurze nächtliche Aufenthaltszeit der Lokomotive in Münster genügt nicht, um die Wagen in dieser Zeit zu entleeren.
In den Landkreisen werden die Container der zweiten Garnitur tagsüber beladen, da hier zwischen Ankunft und Abfahrt des Zuges ausreichend Zeit zur Verfügung steht.

Die Transportkapazität dieses Konzepts reicht bei fünfmaliger Bedienung pro Woche knapp aus, um die anfallenden Mengen abzutransportieren. Um flexibel auf Aufkommensschwankungen reagieren zu können, ist vorgesehen, eine Bedienung je nach Bedarf vier- bis sechsmal pro Woche anzubieten. Als Verkehrstage sind die Wochentage Montag bis Samstag vorgesehen.

5.2.6.2 Demonstrator II

Landkreis Sigmaringen

Die Menge von durchschnittlich 2-3 Wagen pro Werktag kann im Rahmen des bestehenden HzL-Güterzugs mitgenommen werden, bei einer Bedienung zwei- bis dreimal pro Woche. Es bestehen grundsätzlich die Alternativen

- Umladen in Mengen („Variante M“)
- Umladen in Hanfertal („Variante H“)
- Umladen in Mengen und Hanfertal („Variante M+H“)
- Umladen in Mengen und Saulgau („Variante M+S“)
- Umladen in Saulgau und Krauchenwies („Variante S+K“)

Zur Vereinfachung wird zunächst die Variante „Umladen in Mengen“ betrachtet. Für anschließende Variantenvergleiche werden Zu- und Abschläge ermittelt.

Die Ankunft in Ulm wird gegen 20.00 Uhr sein, die Abfahrt in Ulm gegen 4.00 Uhr.
Ankunft Mengen 10.00 Uhr, Beladung in Mengen bis 13.30 Uhr.

Landkreis Tuttlingen

Es sind mehrere Möglichkeiten denkbar:

- Aufnahme der 5-6 Wagen täglich in den bestehenden Güterverkehr
- alternierenden Bedienung (z. B. 2-mal pro Woche)
- Sammeln des Mülls bis ein Ganzzug zusammenkommt
- Sammeln des Mülls, bis gemeinsam mit Sigmaringen ein Ganzzug zusammenkommt

Die zweite Alternative wirft Probleme bei der Zugkapazität auf. In geringerem Umfang gilt dies auch für die zweite Alternative. Die letzte Möglichkeit wäre abhängig von einer Kooperation mit Sigmaringen. Hierfür ist jedoch ein wirtschaftlicheres Konzept denkbar (s. u.). Es wurden daher lediglich die Alternativen Ganzzug für Tuttlingen und tägliche Bedienung untersucht.

Gemeinsamer Demonstrator Sigmaringen und Tuttlingen

Zur Kostenersparnis ist ein gemeinsamer Demonstrator für beide Landkreise angedacht. Das Konzept sieht vor, dass die Wagen aus Sigmaringen im Rahmen des Güterzugkonzepts der HzL mitgenommen werden (s. o.). Für Tuttlingen wird wöchentlich ein Ganzzug gefahren. Durch eine intelligente Verzahnung beider Transporte lässt sich die Auslastung von Container und Wagen erhöhen, wodurch sich für beide Landkreise Kostenvorteile ergeben.

Das Konzept sieht folgendermaßen aus:
Samstags gegen 12 Uhr kommt ein leerer Zug aus Ulm und wird in Immendingen abgestellt. Am Sonntag wird dieser Zug beladen nach Ulm zurückgebracht.
Am Montagmorgen werden die Wagen von Railion ins Gewerbegebiet Donautal in Ulm gebracht. Idealerweise würden sechs der Wagen auf dem verlängerten Ladegleis der MVA abgestellt. Diese ersten sechs Wagen müssen noch am Montag abgeladen werden und können dann am Dienstag früh nach Sigmaringen gebracht werden, von wo sie am selben oder am folgenden Tag wieder nach Ulm gebracht werden. Analog ist eine Bedienung in Sigmaringen auch am Mittwoch und Donnerstag möglich, wobei spätestens Donnerstagabend alle Wagen wieder in Ulm sein müssen.
Die letzten Wagen werden dann Freitag entladen. Am Samstag wird der ganze Zug wieder leer nach Immendingen gebracht.

5.2.7 Vergleichsszenario Straßentransporte

Um die Wirkung eines schienengestützten Entsorgungskonzeptes einordnen zu können, wird dem Schienentransport der Straßentransport gegenübergestellt.
Die erste Schnittstelle für den Vergleich liegt auf der Mülldeponie, auf der der Müll in die jeweiligen Transportbehälter bzw. auf die Transportfahrzeuge verladen wird. Die Sammlung vor Ort und der Transport mit den Sammelfahrzeugen zur Deponie sind in beiden Fällen identisch und werden daher zur Bewertung nicht herangezogen. Die zweite Schnittstelle ist die Laderampe für den Müllbunker in Stuttgart-Münster bzw. in Ulm.
Vergleichsbasis für den Straßentransport ist ein Walking-Floor-Sattelzug mit einem Ladevolumen von 90 m^3 und einer maximalen Ladekapazität von 25 t.

In Tabelle 5-4 ist eine Übersicht über die Transportrelationen einschließlich Entfernung und Transporthäufigkeit dargestellt.

Tabelle 5-4: Transportrelationen Vergleichsszenario Straße

Landkreis	Relation	einfache Entfernung	werktägliche Anzahl Transporte
Tübingen	Deponie Dußlingen – MVA Stuttgart-Münster	54 km	5 bis 6
Reutlingen	Deponie Schinderteich – MVA Stuttgart-Münster	56 km	7 bis 8
Zollernalbkreis	Deponie Hechingen – MVA Stuttgart-Münster	71 km	4 bis 5
Sigmaringen	Umladeanlage Bad Saulgau – TAD Ulm	66 km	1 bis 2
Sigmaringen	Deponie Ringgenbach – Umladeanlage Bad Saulgau	34 km	2 bis 3
Tuttlingen (Variante Talheim)	Deponie Talheim – TAD Ulm	131 km	5
Tuttlingen (Variante Hasenholz)	Deponie Hasenholz – TAD Ulm	120 km	5

Der Abtransport in Sigmaringen sieht die Sammlung jeweils zu gleichen Teilen an der Deponie Ringgenbach und an der Umladeanlage in Bad Saulgau vor. Der in Ringgenbach gesammelte Müll wird dann per Lastzug zur Umladeanlage in Bad Saulgau gefahren und dort in Walking-Floor-Sattelzüge umgeladen und zusammen mit dem in Bad Saulgau gesammelten Müll zur TAD Ulm transportiert.

5.2.8 Kosten

Soweit nicht anders angegeben verstehen sich im Folgenden alle Kostenangaben einschließlich der gesetzlichen Mehrwertsteuer von 16 %.

5.2.8.1 Kostenkomponenten

Vor- und Nachlauf inkl. Umschlag

Für die nördlichen Landkreise (Tübingen, Reutlingen, Zollern-Alb-Kreis) liegen Kostenangaben der Firma U-Plus vor. Da die betreffenden Landkreise mit U-Plus vertragliche Bindungen über die Entsorgung von Hausmüll eingegangen sind, ist ein Bahntransport derzeit nur im Einvernehmen mit U-Plus möglich.

Für die südlichen Landkreise wurden die Kosten für Vor- und Nachlauf mit folgenden Eckwerten abgeschätzt:

Durchschnittliche Transportgeschwindigkeit: 50 km/h

Umschlagsdauer: 20 min für den Tausch von je zwei vollen gegen zwei leere Container

Zeitkostensatz: 46 €/h (ohne MWSt.)

Tabelle 5-5: Spezifische Transportkosten Lkw-Vor- und -Nachlauf

Landkreis	**Variante**	**Kosten Vorlauf [€/t]**	**Kosten Nachlauf [€/t]**
Tübingen		9,09	5,32
Reutlingen	Tübingen	10,70	
Reutlingen	Reutlingen	9,09	
Zollern-Alb-Kreis		8,85	
Sigmaringen	M	5,12	3,42
Sigmaringen	Zuschlag „H“	+1,43	
Sigmaringen	Zuschlag „M+H“	+0,98	
Sigmaringen	Zuschlag „M+S“	-1,23	
Sigmaringen	Zuschlag „S+K“	-2,01	
Tuttlingen	Talheim	6,29	
Tuttlingen	Hasenholz	4,73	

Wie bereits in Kapitel 5.2.4 dargestellt, wurde alternativ zum Lkw-Nachlauf in Stuttgart-Münster die Einrichtung eines Förderbandes vom Bahnhof Münster in die MVA angedacht. Eine erste Kostenschätzung ergab Kosten von 6,60 Euro pro Tonne bei einer Nutzungsdauer von 15 Jahren. Nicht enthalten sind hierbei Kosten für die Entladung des Zuges und der Entleerung der Müllcontainer. Unter Kostengesichtspunkten ergeben sich aus dieser Variante keine Kostenvorteile gegenüber dem Lkw-Nachlauf.

Bahntransport

Die Erarbeitung des schienengestützten Transportkonzeptes erfolgte in enger Zusammenarbeit mit der HzL um eine Kostenoptimierung erreichen zu können. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die HzL durch die Übernahme der Mora-C-Verkehre (siehe Kapitel 4.2.1) im Untersuchungsgebiet das am besten geeignete Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) für das EBEK-Vorhaben ist. Betriebsalternativen, die durch die HzL nur zu nicht marktfähigen Preisen angeboten werden können, schieden dabei von vornherein aus.

Bei den Preisen handelt es sich um freibleibende Richtpreise, nicht um ein verbindliches Angebot. Es sei darauf hingewiesen, dass die fraglichen Betriebsleistungen theoretisch durch ein anderes EVU günstiger erbracht werden könnten. Dies wäre ggf. im Rahmen einer Ausschreibung zu klären.

Die unter der Überschrift „Bahntransport“ zusammengefasste Leistung beinhaltet den Transport von ACTS-Tragwagen, die mit jeweils drei Containern beladen sind. Im Preis enthalten sind Trassengebühren, Vorhaltung der Lokomotiven und die Transportleistung selbst. Nicht enthalten sind Kosten für die erforderliche Infrastruktur an Start- und Zielort sowie für die Vorhaltung von Wagen und Containern.

Im Einzelnen werden von der HzL folgende Preise angegeben (ohne MWSt.):

Demonstrator I:
Der beschriebene tägliche Ganzzug mit 18 Wagen von Hechingen über Tübingen und Reutlingen nach Stuttgart-Münster, wobei der Zug evtl. in Plochingen von der DB AG übernommen wird, kostet 8,00 €/t unter folgenden Voraussetzungen:

- mindestens 400 Nettotonnen pro Zug
- mindestens 5 Züge pro Woche
- Vertragslaufzeit mindestens 10 Jahre

Demonstrator II:
Für einen wöchentlichen Ganzzug von Immendingen (Kreis Tuttlingen) nach Ulm Rangierbahnhof mit maximal 19 Wagen würden 3.150 Euro anfallen. Um den gesamten im Landkreis Tuttlingen anfallenden Müll zu transportieren ist allerdings ein Zug mit 26 Wagen erforderlich. Da das entsprechende Zuggewicht nicht mehr mit einer Lok gezogen werden kann, ist es erforderlich, den Zug in Doppeltraktion zu fahren. Die dafür erforderliche zweite Lok wird mit weiteren 2.000 Euro pro Zug kalkuliert.
Die Einbindung der Wagen aus Sigmaringen in den bestehenden HzL-Güterverkehr mit einer Bedienung von zwei bis drei Mal pro Woche wird mit 160 Euro pro Wagen veranschlagt, wobei sich die Transportkosten bei den aufgeführten Umschlagplätzen nicht unterscheiden.

Unter den angenommenen Randbedingungen ergeben sich damit folgende spezifische Transportkosten auf der Schiene (inkl. MWSt):

Tabelle 5-6: Spezifische Kosten für den Bahntransport

Landkreis	**Kosten Bahn-transport [€/t]**
Tübingen	9,28
Reutlingen	
Zollern-Alb-Kreis	
Sigmaringen	8,74
Tuttlingen	10,79

Wagen und Container

Demonstrator I:

Bei dem vorgesehenen Betriebskonzept dauert ein Umlauf zwei Tage. Es werden also zwei Garnituren benötigt. Unter Berücksichtigung der Zuglänge von 18 Wagen und mit Einbeziehung einer Reserve (10 % für Container, ein Wagen pro Garnitur) ergibt dies 38 vorzuhaltende Wagen und 119 vorzuhaltende Container.

Als Kosten für Tragwagen werden Preisangaben von Wagenvermietern verwendet. Diese Preise liegen bei 23 Euro pro Wagen und Tag. Für Container ist ein Kauf kostengünstiger. Für die Kalkulation wurden 565 Euro pro Jahr unterstellt. Dieser Satz ergibt sich bei der Rechnung mit Anschaffungskosten von 4.000 Euro, einem Zinssatz von 5 % und einer Nutzungsdauer von 9 Jahren (alle Angaben hier ohne MWSt.).

Die Aufteilung des Wagenmaterials auf die Landkreise erfolgt anteilig nach der Größe des Müllvolumens. Wegen unterschiedlicher Dichtewerte ist eine Aufteilung nach der Masse nicht sinnvoll. Kostensatz und benötigte Anzahl gehen aus Tabelle 5-7 hervor.

Demonstrator II:

Für den Landkreis Sigmaringen wird mindestens ein Satz Wagen und Container benötigt. Bei zwei Bedienungen pro Woche besteht ein Satz aus sechs Wagen und 18 Containern. Da der Müll offen auf einer Deponie zwischengelagert wird, muss keine Kapazität zum Auffangen von Aufkommensschwankungen vorgehalten werden.

In Mengen und Hanfertal reicht die Zeit zwischen Ankunft und Abfahrt der Wagen nicht aus, um Container abzuladen, auf der Deponie zu füllen und wieder aufzuladen. Daher ist bei einer Abfuhr am selben Tag ein zusätzlicher Satz Container vorzusehen. Dieser Satz kann jeweils im Laufe des Tages auf der Deponie gefüllt und am Verladeort bereitgestellt werden. Nach Ankunft des Zuges werden die leeren Container abgeladen und die vollen aufgeladen. Zusätzliche Wagen sind nicht erforderlich.

Erfolgt das Abladen des Mülls in Ulm tagsüber (die Wagen stehen dann jeweils einen Tag), so muss der Müll am Bereitstellungsort jeweils am selben Tag wieder abgefahren werden, damit nicht zwei Sätze Wagen benötigt werden (auch bei einer Bedienung zweimal wöchentlich).
In Mengen und Hanfertal erfordert dies, wie bereits erwähnt, einen Satz Container zusätzlich. Bei starker Auslastung des HzL-Zuges müssen die Wagen ggf. 1 bis 2 Tage stehen bleiben. Dies kann aufgefangen werden, indem an den Folgetagen bzw. in der Folgewoche erhöhte Mengen abgefahren werden (3-malige Bedienung pro Woche). Hierfür muss kein zusätzliches Material vorgehalten werden.
In Bad Saulgau und Krauchenwies können die Wagen erst am Tag nach der Bereitstellung abgefahren werden. Es sind also zwei Sätze Wagen erforderlich. Bei einer Bedienung dreimal wöchentlich, sind pro Satz aber nur vier Wagen und 12 Container erforderlich.

Für den Landkreis Tuttlingen genügt eine Garnitur Wagen und Container. Der Ganzzug hat eine Länge von 26 Wagen.
Das Bedienungskonzept des Demonstrator II ist so abgestimmt, dass zwischen den Landkreisen Sigmaringen und Tuttlingen eine Wagenteilung erfolgen kann. Das heißt dass das benötigte Material nicht summiert betrachtet werden muss, sondern die Menge an Wagen und Containern, die für Tuttlingen erforderlich ist, für beide Landkreise gemeinsam genutzt werden kann. Eine Kostenzuscheidung kann folgendermaßen aussehen:
Die Menge an Containern und Wagen, die für Sigmaringen nötig werden, werden anteilig nach Müllaufkommen auf die beiden Landkreise umgelegt. Alle zusätzlichen Kosten, also Kosten für die Mengendifferenz zwischen Tuttlingen und Sigmaringen sind von Tuttlingen alleine zu tragen.
Wie oben angesprochen, sind für die unterschiedlichen Varianten in Sigmaringen unterschiedliche Mengen an Wagen und Containern vorzuhalten. Das für die Varianten mit Umladung in Bad Saulgau und Krauchenwies zusätzlich kalkulierte Material ist dabei eher knapp bemessen. Eine genauere Kalkulation ist nur schwer möglich, da in der Zukunft Engpässe durch die heute nicht bekannte Auslastung der HzL-Güterzüge auftreten können. Da die benötigte Zahl aber auf jeden Fall durch den Ganzzug nach Tuttlingen bereitsteht, entstehen keine zusätzlichen Kosten.

Für die südlichen Landkreise mit Anlieferung des Mülls nach Ulm wird bei den Tragwagen ein anderer Kostensatz verwendet als für die nördlichen Landkreise, da die Transporte vorerst in Kooperation mit Railion durchzuführen sind. Aus diesem Grund sind Wagen und Transportbehälter bei Railion anzumieten. Dieser Kostensatz beträgt für Wagen 30 Euro pro Tag; für Container entspricht er dem oben genannten Kostensatz von 565 Euro pro Container und Jahr (beides wieder ohne MWSt.).

Die Kosten in der folgenden Tabelle entsprechen der beschriebenen Kostenzuscheidung. Die Zahlen für Wagen und Container entsprechen der jeweils bei einzelner Betrachtung benötigten Zahl. Die Summe hieraus ist größer als die für die Kostenrechnung angesetzte.

Tabelle 5-7: Spezifische Kosten für Wagen und Container

Landkreis		**Anzahl benötigter Wagen**	**Anzahl benötigter Container**	**Kosten Wagen [€/t]**	**Kosten Container [€/t]**
Tübingen und Reutlingen	(gemeinsam)	28	87	3,78	0,79
Zollern-Alb-Kreis		10	32	3,08	0,66
Sigmaringen	(Anzahl jeweils bei getrennter Betrachtung)	7	40	2,14	0,63
Tuttlingen	(Anzahl jeweils bei getrennter Betrachtung)	27	87	10,96	1,70

Infrastruktur

Für den Umschlag der Container und das Abstellen der Wagen werden Flächen und Gleise benötigt. Zum Teil sind diese bereits von der HzL angemietet, so dass vsl. keine zusätzlichen Kosten entstehen. Teilweise ist aber weitere Infrastruktur erforderlich, die entweder anzumieten oder neu herzustellen ist.

Flächen und Umschlaganlagen, die für den Umschlag auf den Deponien erforderlich sind, fließen nicht in die Bilanzierung mit ein, da sie sowohl für den Straßen- als auch den Schienentransport notwendig und daher für einen Kostenvergleich nicht relevant sind.

Für die Ermittlung von Gleismieten wurde - soweit nicht anders angegeben - auf das Anlagenpreissystem /DB Netz AG, 2003/ zurückgegriffen. Hierin sind Mietpreise für Gleisanlagen aufgeführt, abhängig von Länge und infrastruktureller Ausstattung. Diese Preise gelten für das tatsächlich angemietete Gleis. Je nach örtlicher Gegebenheit ist die Anmietung eines Gleises erforderlich, das länger ist als benötigt (siehe hierzu auch Kapitel 5.2.2). In diesem Fall liegt die Gleismiete höher, als eigentlich erforderlich wäre. Aus diesem Grund sind die unten angegebenen Werte für Gleismieten als untere Grenze zu betrachten.

Für Infrastrukturarbeiten wurde eine Abschreibung über 20 Jahre bei einer Verzinsung von 5 % unterstellt. Die Befestigung von Flächen wurde pauschal mit 75 Euro pro qm angesetzt, die Anmietung von Flächen mit 0,6 Euro pro qm und Monat (beides ohne MWSt.).

Welche Kostenkomponenten im Einzelnen angesetzt wurden, geht aus Tabelle 5-8 und Anhang 5-1 hervor.

Für den Bahnhof Münster wurden Gespräche mit der DB Netz geführt. Es werden zwei Gleise benötigt von etwa 400 m Länge sowie Flächen zum Be- und Entladen der Wagen, zum Rangieren der LKWs und zum Abstellen einiger Container. Zur Nutzbarmachung der Infrastruktur sind erforderlich:

- der Rückbau einiger Gleise,
- die Befestigung des entstehenden Platzes als Logistikfläche,
- das Instandsetzen von Weichen,
- der Austausch einiger Schwellen sowie
- Vegetationsarbeiten zur Freimachung von Fahr- und Rangierwegen.

Von der DB wurden dabei Angaben zu Mietkosten gemacht sowie zu den Kosten der (Eisenbahn-)Infrastrukturmaßnahmen. Vom Projektpartner U-Plus wurden Kostensätze der Flächenbefestigung geliefert.

Die unten aufgeführten Kosten beinhalten die genannten Kostenkomponenten bei einer angenommenen Nutzungsdauer von zwanzig Jahren. Die Frage ob sowohl die Instandsetzungsarbeiten als auch die Mietkosten vom Betreiber zu übernehmen sind, unterliegt sicherlich einem gewissen Verhandlungsspielraum, zumal die DB Netz verpflichtet ist, die Gleisanlagen betriebssicher vorzuhalten. Die DB hat diesbezüglich bereits ein Entgegenkommen signalisiert. Ebenso müsste geklärt werden, wie die Kosten auf die drei anliefernden Landkreise aufzuteilen sind. Bei den Preisen in Tabelle 5-9 wurde eine Aufteilung nach der Masse des Müllaufkommens unterstellt. Die für die Varianten im Landkreis Sigmaringen angegebenen Kostensätze beinhalten jeweils die Differenz zur Variante „Mengen“ (siehe hierzu auch Kapitel 5.2.6.2). Kosten, bei denen ein positiver Zuschlag angegeben ist, müssen also zur Variante „Mengen“ addiert werden, bei einem negativen Zuschlag ist der Betrag abzuziehen. Eine Null bedeutet Preisgleichheit.

Tabelle 5-8: Gesamtkosten für Umschlagplätze

Umschlagplatz	**angesetzte Kostenkomponenten**	**angesetzte Kosten (ohne MWSt.) [T€/a]**
Münster	Gleismiete, Verkehrsfläche, Infrastrukturmaßnahmen	113,3
Tübingen	–	–
Reutlingen	(Kostenübernahme durch Stadt angenommen)	–
Hechingen	Verkehrsfläche	10,8
Ulm	Gleismiete, Verkehrsfläche	39,7
Mengen	Verkehrsfläche	10,8
Hanfertal	–	–
Bad Saulgau	–	–
Krauchenwies	Verkehrsfläche, Infrastrukturmaßnahmen	13,2
Immendingen	Gleismiete, Verkehrsfläche	39,7

Tabelle 5-9: Spezifische Kosten Umschlagplätze

Landkreis	**Variante**	**Kosten Umschlagplätze [€/t]**
Tübingen		1,25
Reutlingen		1,25
Zollern-Alb-Kreis		1,65
Sigmaringen	M	2,10
Sigmaringen	Zuschlag „H“	-0,99
Sigmaringen	Zuschlag „M+H“	0
Sigmaringen	Zuschlag „M+S“	0
Sigmaringen	Zuschlag „S+K“	+0,22
Tuttlingen		2,71

5.2.8.2 Vergleich der untersuchten Varianten

Zusammenstellung der Kosten für den Bahntransport

In Tabelle 5-10 sind sämtliche in Kapitel 5.2.8.1 aufgeführten Kostenkomponenten noch einmal zusammengefasst dargestellt. Es sei darauf hingewiesen, dass die ermittelten Kosten gewissen Annahmen und Rahmenbedingungen unterliegen. Hierzu sind die Anmerkungen im vorangehenden Kapitel zu beachten.

Tabelle 5-10: Spezifische Kosten Bahntransport für alle Kostenkomponenten

Landkreis	**Variante**	**Vor-lauf [€/t]**	**Nach-lauf [€/t]**	**Bahn-trans-port [€/t]**	**Wa-gen [€/t]**	**Con-tainer [€/t]**	**Infra-struk-tur [€/t]**	**Summe [€/t]**
Tübingen		9,09	5,32	9,28	3,78	0,79	1,25	29,51
Reutlingen	Tübingen	10,70	5,32	9,28	3,78	0,79	1,25	31,12
Reutlingen	Reutlingen	9,09	5,32	9,28	3,78	0,79	1,25	29,51
Zollern-Alb		8,85	5,32	9,28	3,08	0,66	1,65	28,84
Sigmaringen	M	5,12	3,42	8,74	2,14	0,63	2,1	22,15
Sigmaringen	Zuschlag „H“	+1,43					-0,99	22,59
Sigmaringen	Zuschlag „M+H“	+0,98					0	23,13
Sigmaringen	Zuschlag „M+S“	-1,23					0	20,92
Sigmaringen	Zuschlag „S+K“	-2,01					+0,22	20,36
Tuttlingen	Talheim	6,29	3,42	10,79	10,96	1,7	2,71	35,87
Tuttlingen	Hasenholz	4,73	3,42	10,79	10,96	1,7	2,71	34,31

Als Ergebnis der Kostenuntersuchung zeigt sich, dass die Kosten für die Landkreise Tübingen und Reutlingen ungefähr bei 30 Euro pro Tonne liegen. Ob der Müll dabei vollständig in Tübingen verladen wird oder im jeweiligen Landkreis spielt kostenseitig keine entscheidende Rolle.

Für den Zollern-Alb-Kreis liegen die Gesamtkosten ebenfalls in der Größenordnung von 30 Euro pro Tonne.

Im Landkreis Sigmaringen ergeben sich durch die unterschiedlichen Varianten Kostenunterschiede von maximal drei Euro. Als kostengünstigste Variante stellt sich dabei die Verladung in Schwackenreute und Krauchenwies heraus. Dies ist insbesondere durch den günstigen Lkw-Vorlauf mit kurzen Strecken bedingt. Der Tonnenpreis liegt hier bei etwa 20 Euro.

Im Landkreis Tuttlingen wurde für den Umschlag in Immendingen ein Gesamtpreis von ungefähr 35 Euro pro Tonne ermittelt, wobei sich die beiden Varianten „Umladen in Talheim“ und „Umladen in Hasenholz“ relativ zum Gesamtpreis nicht sehr stark unterscheiden.

An den Gesamtkosten nehmen die Kosten für den reinen Bahntransport einen Anteil von nur etwa 30 bis 40 % ein. Die Kosten für den Lkw-Vor- und -Nachlauf liegen noch einmal in der gleichen Größenordnung, obwohl die Transportentfernungen hier deutlich geringer sind.

Die Kostenkomponenten „Container“, „Wagen“ und „Infrastruktur“ stellen gemeinsam die restlichen 20 bis 40 %, wobei der Kostenanteil für die Wagen im Landkreis Tuttlingen überdurchschnittlich hoch ist. Dies liegt daran, dass in Tuttlingen nur eine wöchentliche Bedienung vorgesehen ist, so dass die Wagen zeitlich nicht ausgelastet sind. Die Wagenteilung mit Sigmaringen kommt nach dem verwandten Kostenschlüssel überwiegend dem Landkreis Sigmaringen zu Gute. Eine stärkere relative Belastung des Landkreises Sigmaringen würde Tuttlingen jedoch nicht im gleichen Maß entlasten können, da das Müllaufkommen im Landkreis Tuttlingen deutlich höher liegt. Die andere Möglichkeit, in Tuttlingen die Kosten für Wagen zu reduzieren liegt in einer häufigeren Bedienung, was jedoch zu deutlich höheren Transportkosten auf der Schiene führt, und daher auch nicht für eine Kostenentlastung geeignet ist.

In der folgenden Abbildung 5-12 sind die Ergebnisse grafisch dargestellt:

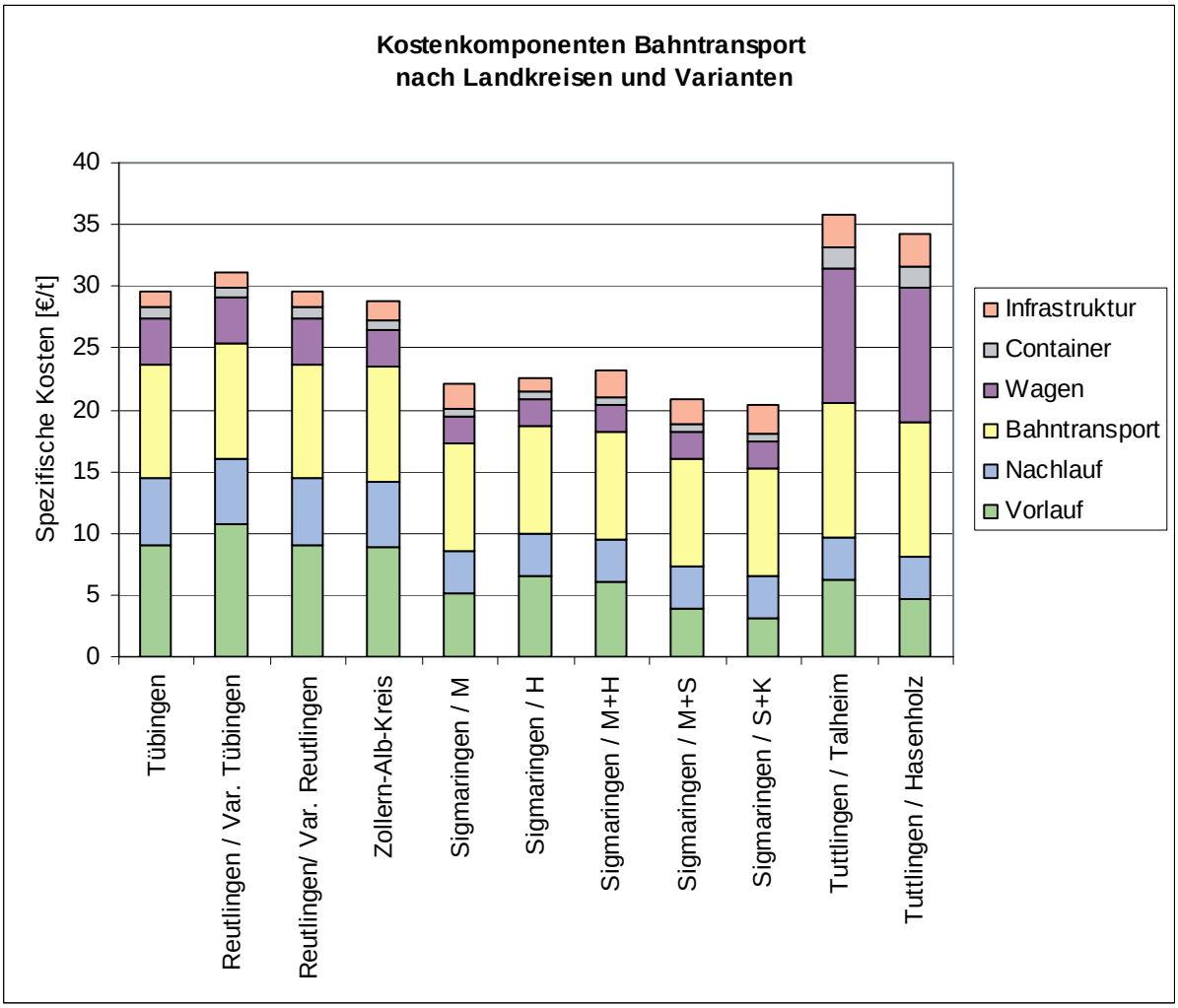


Abbildung 5-12: Zusammenstellung der Kostenkomponenten Bahntransport

Vergleichsszenario Straße

Die Kosten für das Vergleichsszenario werden im Rahmen von EBEK nicht gesondert ermittelt. Der Grund hierfür liegt in vertraglichen Bindungen, die die Landkreise mit Entsorgungsfirmen eingegangen sind. Die Preise für die alternative Transportkette auf der Straße sind damit bereits fixiert.

Die folgende Tabelle gibt die Kosten für die Transporte in Walking-Floor-Straßenfahrzeugen an, wie sie von den Landkreisen genannt wurden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den Kosten in Tabelle 5-11 um Wettbewerbspreise handelt.

Tabelle 5-11: Spezifische Kosten Straßentransport

Landkreis	**Kosten Straßentransport [€/t]**
Tübingen	19,00
Reutlingen	19,00
Zollern-Alb-Kreis	20,36
Sigmaringen	11,94
Tuttlingen	34,00

Auswertung

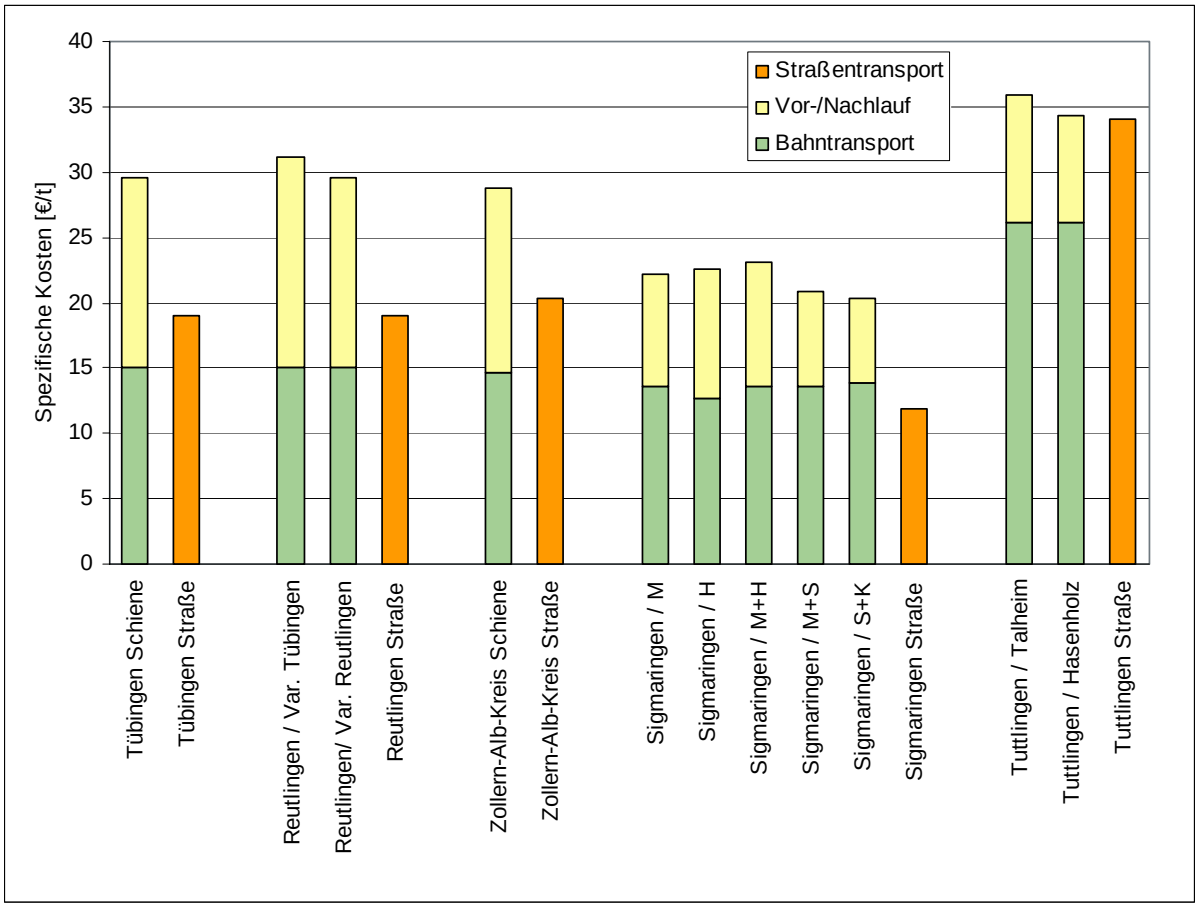


Abbildung 5-13: Vergleich der Gesamtkosten Straße/Schiene

Bei der Gegenüberstellung der Kosten für Straßen- und Schienentransport zeigt sich, dass die Kosten für das schienengestützte Konzept für fast alle Landkreise deutlich höher liegen. Die zusätzlichen Kosten liegen bei 40 bis 70 %.
Einzig im Landkreis Tuttlingen kann der Schienentransport kostenmäßig mit dem Straßentransport konkurrieren. Der Grund für dieses Ergebnis liegt einerseits in den relativ hohen straßenseitigen Transportkosten, die – wie bereits erwähnt – aufgrund von bestehenden Verträgen entstehen, andererseits in der relativ weiten Transportdistanz, die bei beiden Systemen naturgemäß zu Kostensteigerungen führt, die jedoch bei der Bahn systembedingt niedriger ausfallen.

In Abbildung 5-13 sind die Gesamtkosten für alle untersuchten Varianten einschließlich Vergleichsszenario Straße einander gegenübergestellt. Dabei werden die Kostenkomponenten durch den Bahntransport (einschließlich Wagen, Container, Infrastruktur) und die Lkw-Vor- und Nachlaufkosten (einschließlich Umschlag) getrennt ausgewiesen.
Bei der Interpretation der Zahlen ist zu beachten, dass es sich nicht um eine Vollkostenrechnung handelt, da immer nur Kostendifferenzen betrachtet wurden. So werden beispielsweise

bei der Nutzung eines Gleises, das bereits von der HzL angemietet ist, keine Kosten angerechnet, bei der zusätzlichen Anmietung eines Gleises dagegen die vollen Kosten. Die Zahlen dürfen daher nicht verallgemeinert werden und gelten nur unter den vorliegenden Gegebenheiten.

Auffallend ist, dass die reinen Bahntransporte in den meisten Landkreisen unterhalb der Kosten für den Straßentransport liegen. Erst durch Vor- und Nachlauf stellt sich die schienengestützte Transportkette ungünstiger dar. Dies ist leicht ersichtlich, ist doch der logistische Aufwand durch Umschlag, „Verpackung“ des Mülls in Container und die mehrfach gebrochene Transportkette deutlich höher als bei den Transporten mit Walking-Floor-Lkw.
Eine kostenmäßige Optimierung der schienengestützten Transportkette ist vor allem möglich durch Minimierung der Umschlagvorgänge. Im optimalen Fall wird dies erreicht durch einen (ausreichend dimensionierten) Gleisanschluss an Quell- und Zielort. Würde dabei allerdings von einer Vollkostenrechnung ausgegangen, und diese Infrastrukturkosten ausschließlich auf die hier untersuchten Transportrelationen und -mengen umgelegt, wäre ebenfalls keine Kostensenkung zu erreichen – im Gegenteil.
Dies zeigt, wie wichtig es im Bereich des Schienenverkehrs ist, nicht nur einzelne Transporteinheiten, sondern einen möglichst großen Teil des Gesamtaufkommens zu betrachten, so dass die Nutzung von Synergieeffekten und Aufteilung von Gemein- und Fixkosten auf möglichst viele Kostenträger möglich, und damit eine wettbewerbsfähige Leistungserstellung zu erreichen ist.

5.3 Transporte außerhalb der Demonstratoren

In Kapitel 5.2 wurde das Bedienungskonzept für die Demonstratoren eingehend dargestellt. Die Demonstratoren umfassen den gemeinsamen Transport der drei Fraktionen Hausmüll, Sperrmüll sowie Gewerbemüll zur Entsorgung aus den Landkreisen Tübingen, Reutlingen, Zollern-Alb-Kreis, Sigmaringen und Tuttlingen zu der jeweiligen Müllverbrennung. Nicht berücksichtigt sind die Transporte aus Biberach, sowie der Transport aller anderen Fraktionen, insbesondere Bioabfälle, Verpackungen, Glas und Altpapier.

Für Biberach wurde im Rahmen des Projektes ein schienengestütztes Transportkonzept entwickelt, dass auf einem Ganzzugkonzept mit Umschlag in Biberach aufbaut. Eine Einbindung in das bestehende Güterverkehrskonzept ist nicht möglich, da die Strecke über Biberach nicht im Güterverkehr der HzL bedient wird. Es stellte sich heraus, dass dieses Konzept weder unter finanziellen noch unter ökologischen Gesichtspunkten konkurrenzfähig ist. Der Grund hierfür liegt in der großen Ausdehnung des Landkreises Biberach und in der gleichzeitig bestehenden räumlichen Nähe zur MVA Ulm, so dass die zurückgelegte Strecke beim

direkten Lkw-Transport zur MVA in der gleichen Größenordnung liegt, wie beim Transport zu einer zentralen Sammelstelle.

Die Entwicklung eines detaillierten Transportkonzeptes für die im Demonstrator unberücksichtigten Fraktionen war nicht möglich, da hierfür die Kenntnis konkreter Transportrelationen Voraussetzung ist. Die Wertstofffraktionen Glas, Papier-Pappe-Karton und Metalle werden je nach Marktsituation zu verschiedenen Recyclingbetrieben gebracht. Ein länger gültiges Transportkonzept ist damit aufgrund ständig wechselnder Ziele nicht möglich. Dennoch können allgemeine Aussagen über das Transportkonzept getroffen werden, die sich auf die Erkenntnisse aus Kapitel 5.1 stützen.
Eine Einbindung in die Demonstratoren bzw. in das bestehende HzL-Güterverkehrskonzept ist grundsätzlich sinnvoll. Dies beinhaltet die Mitbenutzung der Poolcontainer und Wagen, soweit dies für die jeweilige Müllfraktion möglich ist. Außerdem schließt dies die Mitbenutzung der Umschlagstellen und Ladegleise ein. Der Vorteil besteht darin, dass sich durch eine bessere Auslastung des vorhandenen Materials und der Infrastruktur Kostenvorteile ergeben können. So sind z. B. die absoluten Kosten für die Gleisanmietung unabhängig von der Menge des umgeschlagenen Transportguts, die relativen Kosten fallen durch die Umlegung auf ein größeres Aufkommen allerdings geringer aus.
Generell ist eine Verwertung der Abfälle in der Region anzustreben, um Umweltbelastungen, sowohl durch Straßen- als auch durch Schienenverkehre, zu minimieren. Wenn dies nicht möglich ist, sind aufgrund der relativ hohen Kosten und Umweltbelastungen durch Zulieferverkehre Ziele mit Gleisanschluss zu bevorzugen sofern die Transportentfernung für einen Bahntransport geeignet ist.

Da die Demonstratoren und das bestehende Güterverkehrskonzepte bereits recht gut ausgelastet sind, ist die verfügbare Kapazität für zusätzliche Transporte beschränkt. Beim Hinzukommen weiteren Transportvolumens wird unter Umständen die Kapazitätsgrenze überschritten, so dass die Erarbeitung eines neuen Konzeptes erforderlich ist. Darüber, wie dieses Konzept aussehen könnte, welche zusätzliche Infrastruktur oder welches Material zusätzlich erforderlich wäre und wie sich dies auf die Kosten auswirkt, kann keine allgemeine Aussage gemacht werden. Diese Fragen sind abhängig von der Menge und Art des Transportgutes, von der Transportrelation, Laufzeit der Transportverträge und der Entwicklung im bestehenden Güterverkehr. Hier ist immer der Einzelfall zu betrachten, so wie dies im Rahmen der beiden Demonstratoren durchgeführt wurde.

6 Optimierung Fahrzeug-, Behälter-, Umschlagtechniken

6.1 Erfassung der technischen Ausrüstung in der Beispielregion

6.1.1 Fahrzeugbestand in der Beispielregion

In der unten stehenden Tabelle sind die im Untersuchungsgebiet vorhandenen Fahrzeuge entsprechend den Angaben der Landkreise aufgelistet.

Fahrzeugart	Gesamt-gewicht	Besatzung	Tübingen	Reutlingen	Zollernalb	Tuttlingen	Sigmaringen	Biberach
Hecklader	18		2 (3Mann)	2 (3Mann)				
	24		1 (3Mann)	2 (3Mann)				2 (2Mann)
	25		2 (3Mann)	2 (3Mann)			3 (2Mann)	
	26		2 (3Mann)	2 (3Mann)			5 (2Mann); 1 (1Mann)	1 (2Mann)
	k.A.						10 (2Mann)	
Seitenlader	26							5 (1Mann)
Front-Seitenlader	18				7 (1Mann) *			
Frontlader	26							1 (1Mann)
	k.A.				3 (k.A.)			
Abrollkipper	k.A.						7 (1Mann)	
Kippmulden/ Absetzkipper	18		1 (1Mann)	1 (1Mann)				
	k.A.						8 (1Mann)	
Sattelzug	k.A.				3 (k.A.)		2 (1Mann)	
Transportlift	für 3 Container				1 (1Mann)			
k.A.	13							2 (2Mann)
	22							1 (1Mann)
	24							3 (2Mann)

Abbildung 6-1: Fahrzeugbestand in der Beispielregion

In allen Landkreisen, außer Zollernalb, werden zur Müllsammlung in den Städten und Gemeinden Sammelfahrzeuge mit Festaufbauten eingesetzt. Dies bedeutet auch, dass bis auf den Zollernalbkreis heute keine Wechselsysteme in den Landkreisen im Einsatz sind. Im Zollernalbkreis wird das vorhandene MSTS System durch ein ACTS kompatibles Wechselbehältersystem ersetzt.

Einsatz von Containern

Wertstoffe werden nach dem Bring-System erfasst, d. h. die Bevölkerung bringt ihre Wertstoffe zu so genannten Wertstoffhöfen, wo Wechselcontainer und -behälter verschiedener Größen bereitstehen.

Wechselcontainer werden stationär für die Wertstoffsammlung eingesetzt, bzw. stehen bei Industriebetrieben, Supermärkten, etc. für die Sammlung der Abfälle bereit. Da auch diese Betriebe Mülltrennung betreiben, werden auch überwiegend Wertstoffe gesammelt.

6.1.2 Containerbestand

Der zahlenmäßige Bestand der verschiedenen Containertypen auf den Wertstoffhöfen ist überwiegend erfasst. Hier werden meist Abroll- bzw. Hakenliftcontainer in Anlehnung an DIN 30722 und Absetzcontainer (Mulden) eingesetzt.
Der Bestand der einzelnen Entsorgungsbetriebe ist bisher nur von Reutlingen (Fa. Stoss) und Tübingen (Fa. Koch) genau bekannt. Deren Gesamtbestand beläuft sich auf ca. 650 Abrollcontainer.

6.2 Marktrecherche

6.2.1 Müllsammel- und Transportfahrzeuge

Zur Vereinfachung der weiteren Betrachtungen wird das Müllfahrzeug in drei Module eingeteilt:

- das LKW Fahrgestell,
- die Verdichtereinheit mit Schüttung und
- der Transportbehälter mit Schüttöffnungen.

In der folgenden Abbildung sind die Module eines Müllsammelfahrzeuges skizziert.

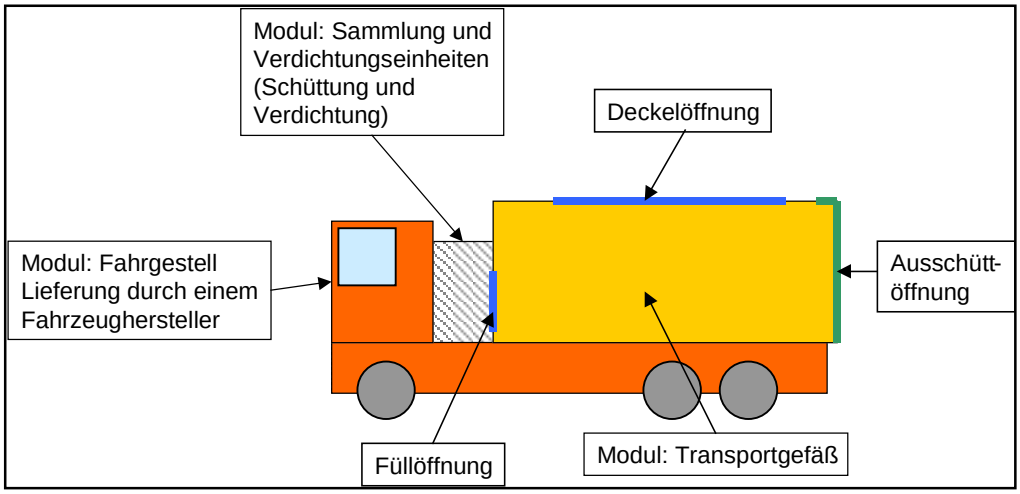


Abbildung 6-2: Module eines Abfallsammelfahrzeuges

Schüttvorrichtungen an Sammelfahrzeugen

Schüttungen können nach Art der Behälteraufnahme (z. B. Diamond-Schüttung, Kamm-Schüttung oder Zapfen-Schüttung) unterschieden werden oder nach Art des Antriebes in hydraulische und pneumatische. Für die logistische Abwicklung ist die Anordnung der Schüttung aber von besonderer Bedeutung.

Beim Hecklader befindet sich die Schüttung hinter dem Transportbehälter am Fahrzeugheck. Die Müllsammelgefäße werden von den Müllwerkern am Straßenrand abgeholt, und an der Hubvorrichtung eingehängt. Hiefür sind immer 1 Fahrer und 1 bis 2 Lader als Besatzung nötig.

Beim Seitenlader befindet sich die Schüttung zwischen Transportbehälter und Fahrerhaus. Der Sammelbehälter wird vom Müllfahrzeug seitlich vom Straßenrand aufgenommen. Bei modernen Fahrzeugen steuert der Fahrer im Einmannbetrieb diesen Vorgang vom Fahrerhaus aus.
Beim Frontlader befindet sich die Schüttung ebenfalls zwischen dem Fahrerhaus und dem Transportbehälter. Der Sammelbehälter aufgenommen, über das Fahrerhaus hinweg angehoben und in die Verdichtereinheit ausgeschüttet. Frontlader werden hauptsächlich für größere Sammelbehälter (MGB 660 und größer) eingesetzt. Des Weiteren gibt es Mischformen zwischen einem Frontlader und einem Seitenlader.

Fahrzeuge für das Wechselverfahren

Ziel der Arbeit sind schienenverkehrsgestützte Transportketten. Zunächst wird der Müll mit Müllfahrzeugen gesammelt und dann mit der Bahn transportiert. Um den Müll vom Müllfahrzeug auf die Bahn zu verladen gibt es zwei Möglichkeiten:

- das Umschütten des Mülls und
- den Einsatz von Wechselcontainern.

Um den Vorgang des Umschüttens nach Möglichkeit zu vermeiden, wird mittelfristig der Einsatz von Wechselbehältersystemen bevorzugt.

6.2.2 Horizontale Umschlagtechnik in der Entsorgungsbranche

Abbildung 6-3: Kettenlift-, und Hakenliftsystem

Hakenliftsystem

In der Abfallbranche sind heute so genannte Hakenliftsysteme mit Abrollcontainern verbreitet. Die Fahrzeuge und Container sind nach DIN 30722 genormt. Die Behälter besitzen in der Frontwand eine Hakenliftöse. Der LKW besitzt einen nach hinten ausschwenkbaren Knickarm. Dieser greift in die Öse und zieht den Container auf den LKW.

Kettenliftsystem

Die Container entsprechen den Abrollcontainern aus DIN 30722, besitzen aber eine Hakenöse auf Höhe des Containerbodens. Im Gegensatz zum Hakenlift kann der Kettenlift im Regelfall nur Zugkräfte aufbringen. Das Absetzen erfolgt bei gekipptem Containerarm mit Hilfe des Eigengewichts des Containers.

MSTS – Multi-Service-Transport-System

Das MSTS-System basiert ebenfalls auf dem Abrollcontainertransport wie das ACTS-System und wird in Deutschland von der Firma Faun vertrieben. Die Besonderheit des MSTS-Containers ist seine im Vergleich zum 20“ Binnen-, oder auch ACTS-Container kurze Bauform von 4,40 m.

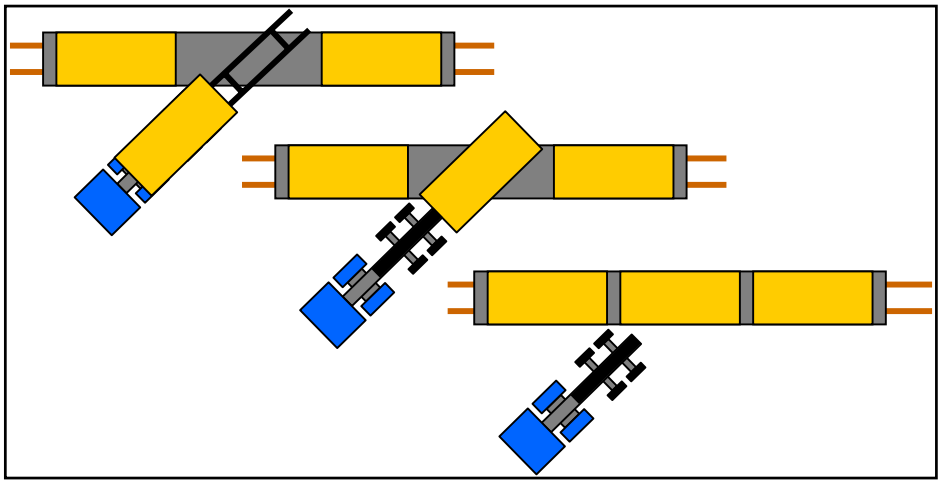


Abbildung 6-4: ACTS-System Prinzip- Skizze

ACTS - Container Transport System

Das ACTS- Container Transport System wurde von der Firma Translift, Dronden Niederlande entwickelt. Es besteht aus 3 Elementen, die zusammen ein flexibles logistisches System bilden (Quelle: www.translift.nl/):

- Der Bahnwagen für drei ACTS-Container.
- Der ACTS-Container. Hierbei handelt es sich um einen für den Bahntransport optimierten Abrollcontainer.
- Der Haken- oder Kettenlift- LKW

RSS - Roland-Straße-Schiene-System

Die Systeme RSS und ACTS unterscheiden sich in der Bauform des eingesetzten Drehrahmens. Das RSS- System besitzt u. a. einen hydraulisch angetriebenen, das ACTS-System einen manuell bzw. mechanisch beweglichen Drehrahmen.

6.2.3 Horizontale Umschlagtechnik in der Entsorgungsbranche

Das Kombiliftersystem bzw. WAS- System

Das WAS-System ist ein neues Transportsystem für Wechselbehälter mit einer Bodengruppe nach DIN EN 284 mit Stützbeinen. Die Wechselbehälter werden per LKW hintereinander auf den Gleisen auf ihren Stützbeinen abgestellt. Die Bahntragwagen werden unter die Wechselbehälter gefahren und mittels der bordeigenen Hubeinrichtung aufgenommen. Das System ist durch Patente von Daimler-Chrysler geschützt.

Das Mobiler System

Das Mobiler System sieht einen direkten Wechselbehälterumschlag zwischen Bahn und Schiene ohne zusätzliche Umschlagsmittel vor. LKW und Bahnwaggon stehen hierfür parallel nebeneinander. Mit einer LKW-eigenen Querverschiebevorrichtung werden die Wechselbehälter dann umgeschlagen. Das Mobiler System ist in zwei Ausführungen am Markt, dem

Mobiler als Entwicklung von Prof. Bernmüller und der abgewandelten Version Cargo-Domino der SBB.

Das NETHS- Terminal für den kombinierten Güterverkehr

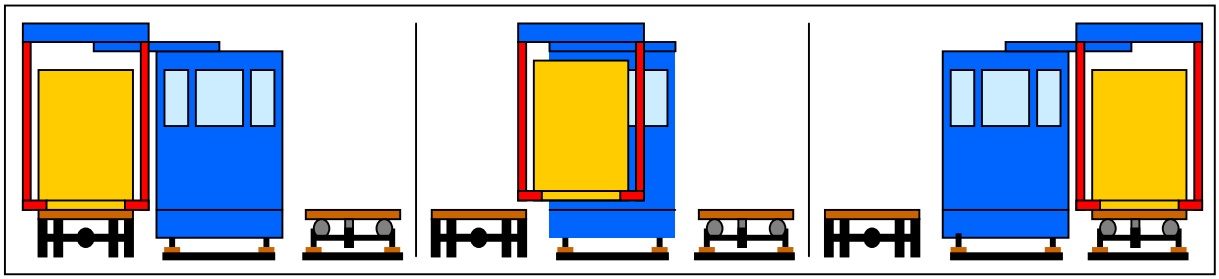


Abbildung 6-5 : Das NETHS- System

Beim Neuweiler-Tuchschmid-Horizontal-System (NETHS) handelt sich es um eine horizontale Umschlagseinrichtung für ISO- und Binnen-Container sowie Wechselbrücken der Firma Tuchschmied in der Schweiz. Das System ist schienengebunden parallel zwischen LKW-Abladezone und dem Bahngleis angeordnet und kann so zu seiner Umschlagsposition verfahren werden. Die Wechselbehälter können direkt zwischen LKW und Bahn umgeschlagen, oder auch parallel zur NETHS-Anlage am Boden abgesetzt werden. Die Bedienung kann per Fernsteuerung durch den LKW-Fahrer oder Zugführer erfolgen. Aufgrund der konstruktiven Ausführung der Anlage ist auch ein Umschlag unter Fahrdraht möglich.

6.2.4 Vertikale Umschlagsanlagen

In der vertikalen Umschlagtechnik werden meist schienengeführte Umschlaggeräte (Kran) sowie mobile Umschlaggeräte eingesetzt. Der herkömmliche kombinierte Verkehr arbeitet mit vertikalen Umschlaggeräten, die zwar große Investitionen darstellen und daher für die Wirtschaftlichkeit eines KV-Terminals ausschlaggebend sind, aber auch die geforderten Umschlagleistungen erbringen können. Im Folgenden sind noch einige Systeme aufgeführt die nicht weiter erörtert werden:

Container Portalkrane,
Kranmobil
Lift-Trailer und Lift-Tainer
Schnellumschlaganlagen

6.2.5 Flurfahrbare Containerumschlagmittel

Stapler

Für den Containerumschlag werden Gabelstapler, Querstapler, Teleskopstapler und Portalstapler eingesetzt. Stapler können, soweit es die Fahrwege zulassen, Waren an einem be-

liebigen Punkt aufnehmen bzw. entstapeln und an einem anderen belieben Punkt absetzen bzw. stapeln.
Aufgrund der Abmessungen und des Gewichtes der Container, bis 30,5 t für 40‘ Container, kommen für beladene Container nur die schwersten Gabelstapler in Betracht. Mögliche Lastaufnahmemittel sind hierbei:
die umgekehrte Gabel und Spreader
Normalgabel und Spreader
Normalgabel: Es sind Gabeltaschen am Container erforderlich
Greifarme: Damit können auch Wechselbehälter mit einem Spreader transportiert werden.

6.2.6 Direktverladung der LKW bzw. Sattelauflieger

Rollende Landstraße
Bei diesem System werden komplette LKW-Sattelzüge per Bahn transportiert. Eingesetzt wird das System in Deutschland, Österreich, der Schweiz und Italien.
Bimodale Systeme
Bimodale Systeme erlauben den Einsatz von Sattelaufliegern auf der Straße als normale Auflieger und auf der Schiene in Verbindung mit entsprechenden Radsätzen bzw. Schienenfahrwerken als Eisenbahnwagen. Angeboten werden folgende unterschiedliche bimodale Systeme, die hier aber nicht näher erläutert werden:

System mit Drehrahmenaufbau für Sattelzüge (Modalohr)
Systeme mit Adapterkupplungen (Kombitrailer, Coda E, Trailer Train II)
Systeme mit Sattelanhängerkupplungen (Roadrailer, Caro Bimodale, TrailerTrain I, Transtrailer, Semi Rail)

6.2.7 Weitere Umschlagssysteme

Neben den oben erwähnten Lösungen gibt es auch weitere Sonderlösungen, die aber eher eine untergeordnete Rolle spielen:

Hubeinrichtungen
Mobile Container-Hebeanlage
Wechselrahmen
Selbstladende Eisenbahnwagen ULS-System
Patente für Schiene-Straßen- Fahrzeuge auf der Basis eines Containerstaplers

6.3 Leistungsspektrum der verfügbaren Technik

6.3.1 Ladeeinheiten im kombinierten Verkehr

Im innereuropäischen Verkehr werden überwiegend Binnencontainer und Wechselbehälter eingesetzt, während der ISO-Container überwiegend beim Überseetransport zum Einsatz kommt. Eine weitere Variante ist der kombinierte Verkehr mit Sattelzügen.

Tabelle 6-1: Wechselbehälter im Intermodalen Verkehr – Überblick

	Container		Wechselbehälter	
	Binnencontainer	ISO- Container	Klasse C	Klasse A
Norm	DIN 15190	DIN ISO 668	DIN EN 284	DIN EN 452
Länge	20“, 30“, 40“, 7150mm	10“, 20“, 30“, 40“	7150mm 7450mm 7820mm	
Breite [mm]	2500	2438	2500 / 2550	
Höhe [mm]	2600	2986 2591 2438 <2438	7150 7450 7820	12192 12500 13600
Stapelbarkeit	2- 3 fach	5- 9 fach	nein	nein
Einsatzgebiete	innereuropäisch	Übersee	innereuropäisch	innereuropäisch
LKW- Transport	ja	ja	ja	ja, Sattelschlepper
Bahntransport	ja	ja	ja	ja
Binnenschiff	ja	ja	bedingt	bedingt
Eignung für Europaletten	ja	Bedingt, großes Totvolumen	ja	ja
Stützbeine	möglich	möglich	ja	nein
Untere / obere Beschläge	ja / ja	ja / ja	ja / nein	ja/ nein
Greifkanten	ja	ja	ja	ja

In den gültigen Normen werden folgende Behältertypen unterschieden. Von allen Behälterarten kann man wieder Untervarianten vorfinden, z. B. Tankbehälter und offene Varianten.

Binnencontainer

ISO-Container

Wechselbehälter der Klasse C

Wechselbehälter der Klasse A
Neben dem kombinierten Verkehr mit Wechselbehältern gibt es auch Varianten, bei denen der gesamte Sattelauflieger per Bahn transportiert wird.

6.3.2 Sammelsysteme in der Entsorgungswirtschaft

In der Entsorgungswirtschaft werden Umleersysteme, Einwegsysteme und Wechselsysteme unterschieden. Diese Wechselsysteme sind hinsichtlich ihrer Abmessungen und ihrer Handhabungsmöglichkeiten nicht kompatibel zu den Wechselbehältern des kombinierten Verkehrs.
Im Bereich der Wechselsysteme werden Absetzmulden, Abrollbehälter und Abgleitbehälter unterschieden. In DIN 30722, Teil 1 bis 3 werden, nach Größenklassen unterteilt, Abrollbehälter und die entsprechenden Wechselladereinrichtungen, Fahrzeuge und die Handlingmöglichkeiten beschrieben. Die DIN 30720 behandelt das Thema Absetzmulden.
In der Norm DIN 30722, Teil 4 sind Abrollbehälter für die Beförderung auf der Straße und der Schiene festgelegt. Diese Behälter erfordern jedoch Spezialgüterwagen.

Anforderungen an die Fahrzeuge

Die allgemeinen Anforderungen an die Kommunalfahrzeuge sind in DIN 30701 festgelegt. Sie schreibt Mindestmaße für die Sitzflächen und einige Merkmale des Anstriches und der Beschriftung vor. In DIN 30710 ist die Sicherheitskennzeichnung von Fahrzeugen und Geräten festgelegt.
In DIN 30722 sind speziell die Anforderungen an die Abrollkipperfahrzeuge, Wechselladerinrichtungen und Abrollbehälter aufgeführt.

Anforderungen für das Identifizieren und Wägen von Abfallsammelbehältern

Die Anforderungen an das Identifizieren und das Prüfen von Abfallsammelbehältern sind in DIN 30744 festgelegt. Diese Norm definiert die Begriffe Identifizieren und Wägen. Sie unterscheidet die folgenden Verfahren:
Ident- oder Wäge-Verfahren: Hier wird identifiziert oder gewogen
Ident- und Wäge-Verfahren: Hier wird das Identifizieren und das Wägen vereint, so dass beide Informationen in einem zusammengehörenden Datensatz zur Verfügung stehen.
Diese Fahrzeuge nehmen am öffentlichen Straßenverkehr teil und unterliegen damit dem Straßenverkehrsgesetz (StVG), der Straßenverkehrsordnung (StVO) und der Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO).

6.4 Anforderungen an die Technik

Aus dem optimierten Prozess der Müllsammlung und des Transports ergeben sich bestimmte Anforderungen an das optimierte Wechselbehältersystem. Hierbei stellt jeder Prozessabschnitt eigene Anforderungen an die verwendete Technik. Dieses Thema wurde während der

Forschungsarbeiten ausführlich behandelt. In Anhang 6-1 ist das Lastenheft zu finden. Aus den in nächsten Kapiteln hergeleiteten Anforderungen ergeben sich verschiedene Lastfälle. Diese werden analysiert und superpositioniert, so dass sie bei der FEM-Berechnung des neuen Multifunktionalen Containers verwendet werden können.

6.4.1 Anforderung aus der Sammlung

Bei der Müllsammlung müssen mehrere, teils konträre Eigenschaften erfüllt werden. Die maximale Größe des Wechselbehälters und dessen Gesamtgewicht werden durch das Transportfahrzeug und die StVZO limitiert.

6.4.2 Anforderung aus dem Straßentransport

Ein Wechselbehältersystem ermöglicht eine Trennung von Sammlung und Transport. Neben den sich aus der Sammlung ergebenden Anforderungen treten hier die Transportbelastungen, sowie die technischen Vorschriften und Standards in den Vordergrund.

6.4.3 Anforderung aus dem Schienentransport

Bei den Behältermaßen für bahntaugliche Wechselbehälter sind die Vorgaben der Bahn zu beachten. Ferner kommen hier wieder die Normen für Wechselbrücken, Binnen- und ISO-Container sowie Sonderbehälter wie ACTS Behälter zum tragen.

Der Container muss zum einen die während der Fahrt auftretenden Belastungen aushalten, wie sie prinzipiell auch beim LKW –Transport anzutreffen sind. Zum anderen setzt die Bahn voraus, dass ein bahnfähiger Behälter auch so genannten Rangier- oder Pufferstößen standhalten muss.

Zur Arretierung des Behälters auf der Bahn gilt dasselbe wie bei der Arretierung auf einem LKW. Beider Verwendung von Abrollcontainern für den Bahntransport müssen dafür angepasste Container, z. B. ACTS-Container verwendet werden.

6.4.4 Anforderung aus dem Umschlag zwischen den Verkehrsträgern

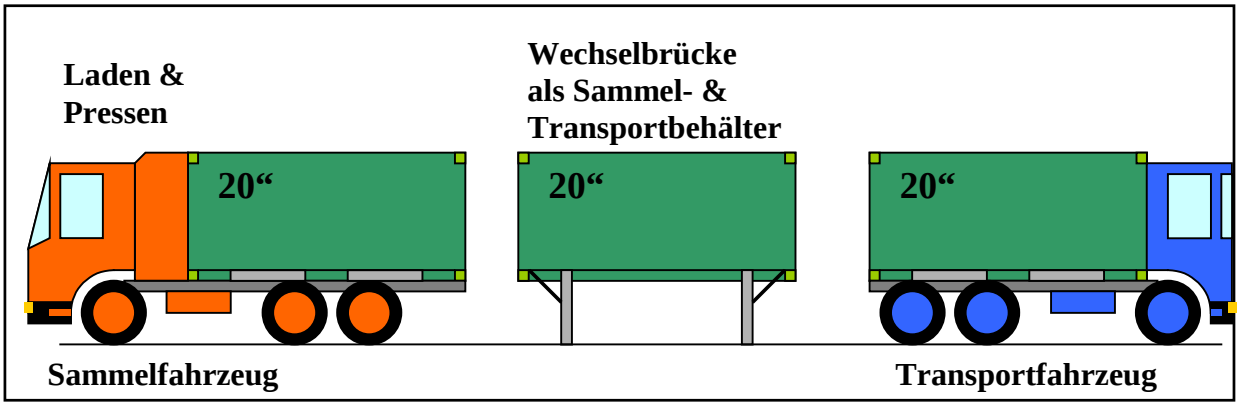


Abbildung 6-6: Wechselbrückenumschlag Straße- Straße

Der Behälter soll in die allgemeine Güterverkehrslogistik integrierbar, als auch mit den in der Abfallwirtschaft üblichen Hakenliftsystemen handhabbar sein. Aus Sicht der Logistik ist auf lange Sicht ein reiner KLV-Container anzustreben, da er gegenüber dem heute üblichen Hakenliftsystem bei der Abfallsammlung und dem Transport folgende Vorteile bietet:

- Binnencontainer nach DIN 15190 und Wechselbrücken nach DIN 284 für den KLV sind genormt und in ganz Europa flächendeckend im Einsatz.
- Es sind standardisierte Umschlags- und Transporttechniken wie Topspreader, Gabelstapler oder Greifzangen einsetzbar.
- Bei der Abfallsammlung ist es nicht zwingend nötig, den Behälter zum Zwischenlagern oder Umladen auf den Boden zu stellen, wie es z. B. auf Wertstoffhöfen der Fall ist. Demnach kann längerfristig auf ein Hakenliftsystem für die Abfallsammlung verzichtet werden (Totlast).
- Für den Transport der Behälter, auch außerhalb des Untersuchungsgebietes, können herkömmliche Wechselbrücken-LKW und Standard Container-Tragwagen der Bahn verwendet werden.

6.4.5 Anforderung aus der Be- und Entladung

Der geplante Behälter hat keine interne Entleerungsmechanik und muss deshalb zum entleeren gekippt werden. Aus der Be- und Entladung mit Abfall und auch mit Rückfrachten ergeben sich folgende Anforderungen:

Ebenerdige Begeh- bzw. Befahrbarkeit
Stückgut geeignete Innenmaße (Euro-Paletten)
Geeignete Einfüllöffnungen im Dach für rieselfähiges Schüttgut
Wenig Ablagerungsmöglichkeiten für Verunreinigungen
Leichte Reinigung des Behälters

6.5 Leistungsdefinition optimaler Technik

6.5.1 Allgemeines

Der zu entwickelnde Container soll, was seine Beladung, Maße und Handhabungsmöglichkeiten betrifft, auf einem 20'' Binnencontainer basieren. Da aber zum heutigen Zeitpunkt in der Entsorgungswirtschaft Abrollcontainer zum Einsatz kommen, müssen diese Anforderungen auch beachtet werden.
Entsprechend der DIN 15190 soll der Container mit Eckbeschlägen ausgerüstet sein. Die unteren dienen zur Befestigung des Containers mit dem Transportfahrzeug, die oberen sind für die Handhabung mit Spreadern nötig. Es sollen beide Lastfälle, welche sich durch den Einsatz von Hakenliften (DIN 30722) und eines Systems mit Stützbeinen (DIN 284) ergeben, berücksichtigt werden.
Ferner werden alle Lastfälle untersucht, die sich aus Transport, Lagerung, Be- und Entladung ergeben.
Im Folgenden werden alle Lastfälle getrennt voneinander betrachtet. In einem weiteren Schritt, werden aus den einzelnen Lastfällen Superpositionen herausgearbeitet, wie sie in Realität vorkommen können und demnach für die spätere konstruktive Auslegung relevant sind.
Darüber hinaus gibt es noch andere Handhabungsmöglichkeiten für Wechselbrücken, Binnen- bzw. ISO Container (z. B. Mobiler), welche aber nicht nach DIN genormt sind.
Ausgehend von einem 20“ Wechselbehälter und einem Sammelfahrzeug mit 26 t Gesamtgewicht, ergeben sich folgende Eckdaten:
Mindestzuladung von 10 t
Ladevolumen 27 m³
Der jetzt für eine Übergangszeit angestrebte multifunktionale Behälter hat ein Eigengewicht von knapp 3,5 t. Dieses Gewicht resultiert aus der Tatsache, dass er sowohl als Wechselbehälter nach DIN 15190, als auch als Wechselbrücke nach DIN 284 und als Abrollcontainer nach DIN 30722 einsetzbar sein muss. Ferner ist er für den ACTS-Bahntransport ausgelegt.
Wenn die Übergangsphase abgeschlossen, und für Sammlung und Transport des Abfalls die Umschlagstechniken des KLV eingesetzt werden, kann die Hakenlift und ACTS-Ausrüstung an Behälter und Fahrzeug entfallen, wodurch das Eigengewicht reduziert wird. Aufgrund des optimierten Nutzlast- / Totlastverhältnisses durch den Entfall der dann nicht mehr benötigten Handhabungsmöglichkeiten und gezieltem Leichtbau sind somit höhere Nutzlastreserven vorhanden.

6.5.2 Lagerung und Transport

Im kombinierten Verkehr werden Container und Wechselbrücken per Bahn, Schiff und LKW transportiert. Jeder dieser Verkehrsträger stellt eigene Anforderungen an den Transport-

behälter, wobei hier auch zwischen einem Wechselbrücken und einem Abrollcontainer-transport unterschieden werden muss. Im Folgenden sind die betrachteten Lastfälle aufgelistet:

- Lagerung aufliegend am Boden.
- Lagerung auf Stützbeinen.
- Stapelung.
- LKW-Transport.
- Bahntransport.
- Transport per Binnenschiff.

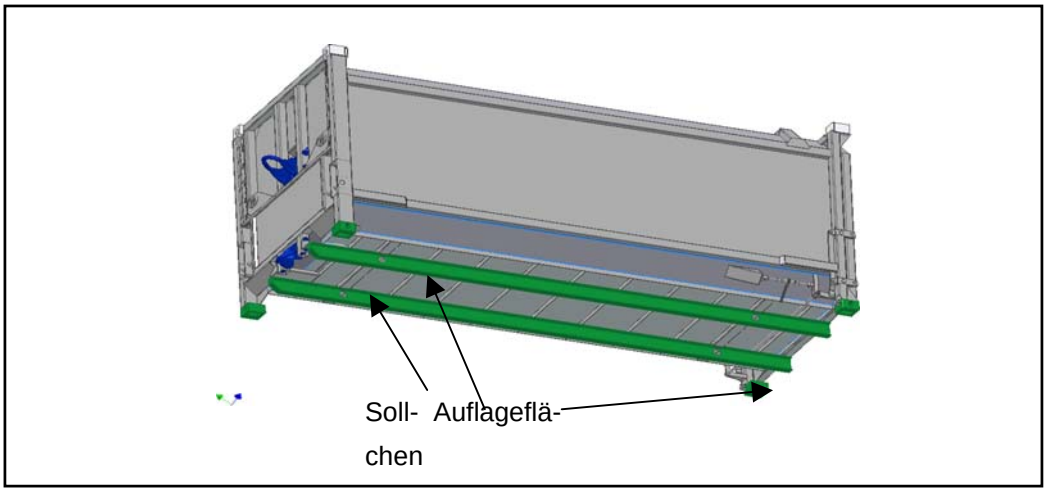


Abbildung 6-7: Soll- Auflageflächen bei liegender Lagerung

Tabelle 6-2: Transportbelastungen bei LKW- Transport und KLV, vgl. U. Schieder, GDV Berlin

	vorne[g]	hinten[g]	rechts[g]	links[g]	vertikal [g]
LKW	0,8	0,5	0,5	0,5	max. 1,0
Kombi	1,0	1,0	0,5	0,5	0,3
Differenz	-0,2	-0,5	-	-	0,0..0,7

6.5.3 Umschlag Straße/Straße und Straße/Schiene

Auch beim Umschlag treten unterschiedliche Lastfälle für den Container auf. Dies liegt an den jeweiligen Lasteinleitungspunkten bei den verschiedenen Handhabungsmöglichkeiten und der Art des Verfahrens.

Bei den Umschlagverfahren kann zwischen Verfahren mit externem Umschlaggerät und direktem Umschlag unterschieden werden:

- Umschlag per Gabelstapler.
- Umschlag per Topspreader.
- Umschlag mit Greifzangen.
- Mobilerverladung.

- Hakenlift-Umschlag.
- ACTS-Umschlag.

6.5.4 Be- und Entlademöglichkeiten

Befüllung

Die Einfüllöffnung bildet die Schnittestelle zwischen Verdichtereinheit und Container. Um den Container poolfähig zu machen, muss die Öffnungsgeometrie dem so genannten „universellen Behälter“ entsprechen. Dadurch ist auch die Dichtheit für Flüssigkeiten bis zur Öffnungsoberkante vorgegeben sowie weitestgehend die konstruktive Auslegung, da auch der Öffnungsmechanismus standardisiert ist.

Entleerung

Die Last auf die Hecktür wird als gleichmäßige Flächenlast betrachtet, die, basierend auf Erfahrungswerten, auf die untere Hälfte der Türfläche wirkt. Im gekippten Zustand wird von einer vollflächigen Belastung ausgegangen, da damit gerechnet wird, dass der Abfall nach hinten rutschen wird. Die Belastung muss dann abhängig vom Kippwinkel betrachtet werden.

Schüttgutbeladung

Bei der Containergrundvariante kann eine höhere Dachverformung zulässig sein, ohne die Funktion des Containers zu beeinträchtigen. Für Dachluken muss die Dachkonstruktion eventuell verstärkt werden, was aber zusätzliches Baugewicht mit sich bringt.

Einfache Entleerbarkeit des Behälters

Je nach Art des Abfalls, der von vorne eingepresst wird, neigt dieser innerhalb des Containers wieder zur Expansion und drückt somit gegen die Außenhaut des Containers.

Hierbei besteht die Gefahr dass sich der Abfall innerhalb des Containers durch Festklemmen und innerer Reibung beim Ausschütten nicht vom Container lösen kann, zum anderen der Container von der Presse nicht optimal befüllt wird, da der Abfall nicht weiter geschoben werden kann.

Stückguttauglichkeit

Die Grundvariante des Containers ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht für die Beförderung von Stückgut ausgelegt. In DIN 15190 ist die Befahrbarkeit durch Flurförderzeuge zum Be- und Entladen dargestellt.

6.5.5 Untersuchte Lastfälle

Bei genauerer Betrachtung der einzelnen Lastfallsituationen konnten diese zu sinnvollen Kollektiven zusammengefasst werden. Unter Beachtung der geltenden Normen und Prüfvorschriften wurden diese Kollektive systematisch gegliedert und für die FEM-Berechnung herangezogen.

Es wird zwischen Grundlastfällen, Basislastfällen und Lastfallkombinationen unterschieden. Die Grundlastfälle resultieren aus internen, statischen Belastungen, während die Basis-

lastfälle aus äußeren statischen Belastungen herrühren. Die Basislastfälle sind aus der Prozesskette hergeleitet worden und lehnen sich an DIN 15190 an.
Aus diesen Lastfällen ergeben sich noch logische Lastfallkombinationen. Anhand der Ergebnisse können Optimierungen an der Konstruktion vorgenommen werden.
Die Berechnungen wurden in Abstimmung mit dem Konstruktionspartner von einem Ingenieurbüro vorgenommen. Die Ergebnisse liegen schriftlich und als Datei vor.

6.6 Optimierte Technik

Als Kernstück einer optimierten technischen Ausstattung in der Beispielregion wird ein optimierter Wechselbehälter gesehen, der die Anforderungen und Leistungsdefinitionen aus den vorigen Kapiteln erfüllt.
Der Einsatz eines universellen Wechselbehälters auf Basis eines 20“ Binnencontainers bietet die Möglichkeit einer:

- Integration in die allgemeine Güterverkehrslogistik
- Trennung von Sammlung und Transport
- Rationellen Abfallsammlung (Automatisierbare Seiten / Frontlader)

Am Markt sind zwar schon Wechselbehältersysteme im Einsatz, erfüllen aber nicht die hier gestellten Anforderungen. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde deshalb ein Container entwickelt, der weitgehend allen Anforderungen gerecht wurde, bzw. sich optional, z. B. bei Rückfrachten, anpassen lässt.

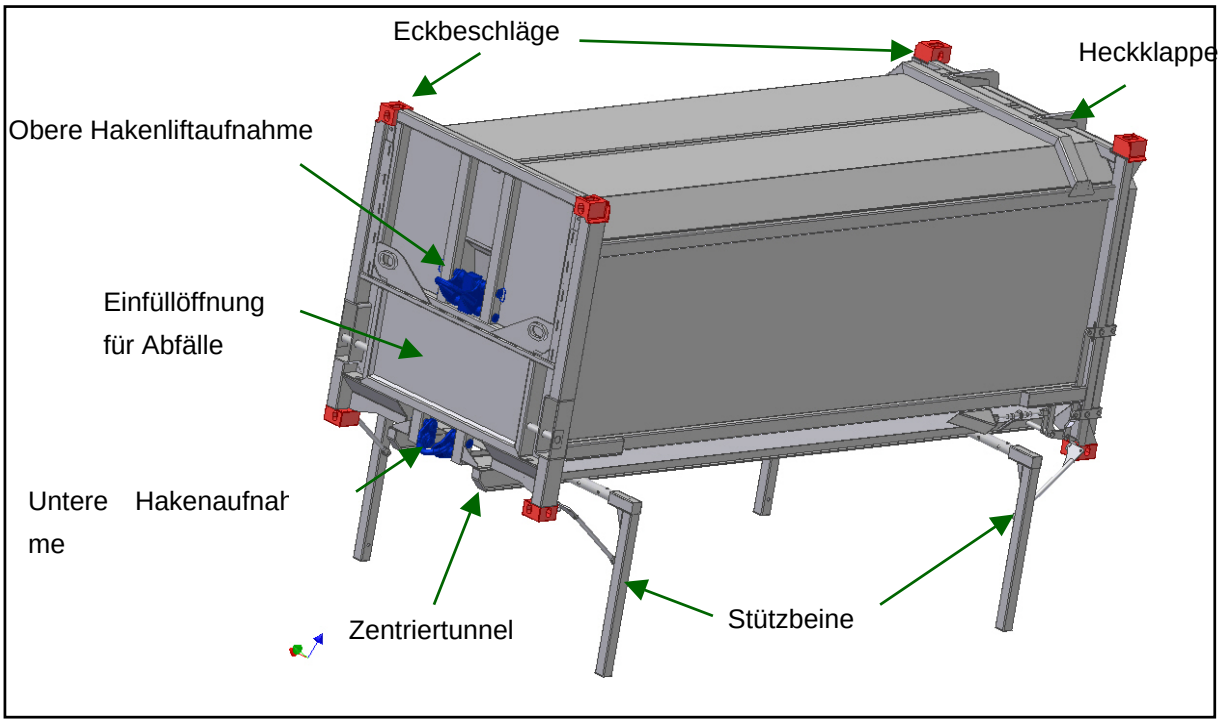


Abbildung 6-8: Multifunktionaler Abfallcontainer

6.6.1 Handhabungsmöglichkeiten

Der neue Container kann sowohl für die Sammlung als auch den Transport eingesetzt werden. Er besitzt zum einen die in der Entsorgungsbranche üblichen Vorrichtungen zur Handhabung per Hakenlift nach DIN 30722 und ist somit mit den vorhandenen Hakenliftfahrzeugen handhabbar. Zum anderen besitzt er auch alle Merkmale nach DIN 15190 und DIN 284 und ist so auch für den allgemeinen intermodalen Verkehr geeignet

6.6.2 Automatisierungsmöglichkeiten Containerhandling

Der Wechselbrückenumschlag bietet noch weiteres Optimierungs- und Rationalisierungspotential, wie der Einsatz automatisierter Stützbeine an Wechselbrücken oder der Einsatz eines automatischen Rückfahrsystems für den Behälterwechsel.

6.6.3 Be- und Entladung

Frontluke

Die Einfüllöffnung ist gemäß dem Pflichtenheft aus dem Projekt „ILSE“ ausgeführt (Integrierte Logistik- Systeme für die Stadtentsorgung).

Hecktür

Die Hecktür wird als oben angeschlagene, einteilige Schwenktür ausgeführt. Somit kann beim Aufklappen der Tür der gesamte Querschnitt freigegeben werden. Zum anderen erscheint eine einteilige Tür aus statischen Gründen vorteilhafter, weil durch die Beladung mit hohen Innendrücken auf die Tür zu rechnen ist.

Dachluken

Für rieselfähiges Schüttgut sind optional Schüttluken am Dach vorgesehen. Die Dachkonstruktion darf sich in diesem Falle weder unter ihrem Eigengewicht noch unter einer Innenkraft unzulässig verformen.

Bodenstruktur

Die Bodenstruktur ist aus zusammengeschweißten Blechen gefertigt. Zur Aussteifung sind im rechten Winkel zur Bodenplatte Bleche angeschweißt, welche wiederum mit den Längsträgern verschweißt sind.

6.6.4 Behälterform und Konstruktion

Leichtbau

Bei der Konstruktion wurde sehr auf Leichtbau geachtet um einen optimalen Nutzlast-Totlast-Faktor zu erhalten. Zum Einsatz kamen neben höherwertigeren Standardstählen auch hochfeste Feinkornstähle. Gegenüber einer Konstruktion aus herkömmlichem Baustahl (St 37) konnte Material eingespart werden, was sich durch geringeres Gewicht bemerkbar macht.

Querschnitt

Der Behälterquerschnitt ist achteckig und aus werkstattüblich gekanteten Blechen gefertigt. Die abgeflachten Kanten bieten gegenüber einem Rechteck den Vorteil einfacher Fertigung und höherer Steifigkeit.

Ein konisch angelegter, sich nach hinten erweiternder Querschnitt kann ein Festklemmen des sich wieder expandierenden Abfalls vermeiden. Dem Abfall wird Raum zur Ausdehnung gegeben und so Drücke und Druckspitzen im Container abgebaut.

Glatte Innenwand

Der Container muss gut zu reinigen sein. Deshalb sind die Innenflächen möglichst glatt. Verunreinigungen werden minimiert und die Reinigung vereinfacht.

Maße, Volumen und Gewichte

Die Außenmaße entsprechen den Vorgaben der DIN 15190 und der StvZO. Der Container hat die Standardlänge von 20“ für Binnen- und ISO- Container. Das Ladevolumen beträgt 27 m³.

Das zulässige Gesamtgewicht des neuen Containers beträgt 16 t bei einem Eigengewicht von rund 3,5 t. Für die Beladung mit Abfall und die dadurch entstehenden Belastungen wurde bei der FEM-Berechnung ein Gesamtgewicht von 12 t angesetzt.

6.7 Kostenstrukturen

Für die Umstellung der vorhandenen Technik sind Investitionen erforderlich. Für den jetzt neu einzuführenden Transport sind somit komplette Neuanschaffungen, aber auch Ersatzanschaffungen für eine optimierte Abfallentsorgung nötig.

Die Kosten für die Anschaffung von Presscontainern belaufen sich laut Aussage unserer Industriepartner und einer großen Marktrecherche auf ca. 12.000 € pro Stück.

Die Behälter eignen sich für Sammlung und Transport von Abfall, sowie dem Rücktransport von Schütt- bzw. Stückgut. Für Einsatz bei der Sammlung ist die Anschaffung von geeigneten Sammelfahrzeugen nötig. Die Anschaffungs- und Abschreibungskosten eines durchschnittlichen Sammel-LKW für Wechselbehälter sind in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 6-3: Kosten eines Sammelfahrzeugs für Wechselbehälter

Anschaffungspreis	200.000€
Angenommene Nutzungsdauer	8 Jahre
Abschreibung pro Jahr	25.000€
Kalkulatorischer Zins	5,0%
Kapitalkosten	5.000€
Unterhalt / Wartung pro Jahr	6.000€
Kosten pro Jahr	36.000€

Die Kosten für die Anschaffung und Umstellung auf ein Sammel- und Transportsystem, auf Basis von pressfähigen Wechselbehältern, liegen zwar über denen eines Konzeptes mit herkömmlicher Sammlung und Umschüttung in nicht pressfähige Behälter, aber diese Kosten werden durch die geringeren Betriebskosten nachhaltig ausgeglichen.

7 Verbesserung Ressourcennutzung durch e-Business

7.1 Marktrecherche Frachtbörsen und elektronische Rohstoffmärkte

In den folgenden Kapiteln werden die Idee einer Frachtbörse und die Idee einer Wertstoffbörse dargestellt. Für beide Arten von E-Business-Plattformen wird ein kurzer Überblick über die zur Zeit im Internet erreichbaren Börsen gegeben.

7.1.1 Die Idee der Frachtbörse

Im Sinne der Ressourcenminimierung wird in der Logistik angestrebt, Leerfahrten zu vermeiden und möglichst alle Fahrten mit der optimalen Menge an Ladung nach Gewicht oder Volumen durchzuführen.

Jede Leerfahrt und jede Fahrt, bei der die mögliche Ladungskapazität nicht vollständig ausgenutzt wird, stellt damit ein Optimierungspotential des Materialflusses dar. Dieses Optimierungspotential kann für Müll leicht genutzt werden, wenn Informationen über eine mögliche Beifracht vorliegen. Außerdem muss auch der Wertefluss, sprich Haftung und Zahlungsmodalitäten grundsätzlich geklärt sein.

In den letzten Jahren hat die Informations- und Kommunikationstechnik neue Möglichkeiten des Austausches von Daten auf elektronischem Wege weltweit geschaffen, und damit den Informationsfluss grundlegend verändert: Die neuen Möglichkeiten erlauben immer größere Datenmengen in immer kürzerer Zeit weltweit auszutauschen.

Die Verbindung der Notwendigkeit der Verminderung von Leerfahrten kombiniert mit den neuen Möglichkeiten des e-Business führten zu der Entwicklung von Frachtbörsen. Hier können freie Kapazitäten in bestehenden Verkehren angeboten werden bzw. nach möglichen Ladungen für bestehende Verkehre gesucht werden. Die genauen Abläufe variieren von Börse zu Börse. Zwischenzeitlich ist eine Vielzahl von Frachtbörsen im Netz zu finden.

7.1.2 Qualifikationskriterien für Frachtbörsen

In Anhang 7-1 sind mehr als 50 Beispiele für Frachtbörsen aufgezählt, die im Internet zu finden sind. Bei dieser Vielzahl von Frachtbörsen kann davon ausgegangen werden, dass es durch Konzentration auf einige wenige Börsen zu einer Marktbereinigung kommen wird.

Bevor im Kapitel 7.5 „Konzeption einer idealen e-Business-Plattform“ Vorschläge für eine ideale Plattform konzipiert werden, werden hier im Folgenden wichtige Auswahlkriterien für Frachtbörsen aufgezählt.

Als ersten Punkt heben wir hier die Kommunikationswege hervor: Eine Börse kann per Telefon, per Fax oder im Internet erreichbar sein. Aufgrund der schnellen Abwicklung und der hohen Informationsdichte sollte eine Frachtbörse nach unserer Auffassung mindestens über das Internet erreichbar sein. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die betrachtete über das Internet erreichbar ist. Qualifikationskriterien für internetbasierte Frachtbörsen sind:

- Die Kontakthäufigkeit bzw. die Anzahl der zu einem Zeitpunkt relevanten Eintragungen.
- Der Betreiber. Hieraus ergeben sich Fragen wie Erfahrungen in der Vergangenheit mit diesem Betreiber und der Stellung des Betreibers im Wettbewerb.
- Die Gliederung der Angebotsseite. Hierzu zählen die Übersichtlichkeit, die leichte Erreichbarkeit der häufig genutzten Funktionen und der persönliche Eindruck.
- Der für den Nutzer relevante Funktionsumfang. Je nach Nutzerkreis können Produktkataloge oder Informations- und Linksammlungen eine wichtige Informationsquelle darstellen.
- Die Funktionsmerkmale der Software. Hierzu zählen Suchfunktionen aber auch das Content Management.
- Antwortzeiten und Stabilität.
- Möglichkeiten der Qualitätskontrolle sind Bewertungen durch andere Nutzer oder ein Ranking durch den Betreiber der Frachtbörse.
- Das Vorhandensein einer Bonitätsprüfung der Anbieter in der Börse.
- Sicherheitsmechanismen gegen unbefugte Benutzung.
- Die Aktualität der Angebote. Hierzu zählen eine begrenzte Lebensdauer der Angebote, Plausibilitätsprüfungen und eine Qualitätskontrolle.
- Hilfestellungen der Börse, wie Hotline (Telefon oder Email), Benutzerhandbücher oder die Beschreibung einer Einführung in die Wertstoffbörse.
- Das Einzugsgebiet der Frachtbörse. Es werden Angebote aus der Region aus dem Land oder aus ganz Europa über diese Frachtbörse angeboten.
- Börsenspezifische Regelungen. Die Frachtbörse bzw. Teilbereiche der Frachtbörse kann auf einen bestimmten Nutzerkreis beschränkt sein.
- Vermittlungsgebühren. Welche Gesamtkosten fallen bei der Nutzung dieser Frachtbörse an?

Es wäre nun aber zu kurz gegriffen, auf die Marktbereinigung zu warten. Im Folgenden soll deshalb auf Erfahrungen mit bereits am Markt befindlichen Frachtbörsen zurückgegriffen werden. Mit Hilfe der Werkzeuge der Logistiksystemplanung wird kurz auf Verbesserungspotentiale im Materialfluss, im Informationsfluss und im Wertefluss der bestehenden Frachtbörsen eingegangen.

7.1.3 Verbesserungspotentiale im Materialfluss der bestehenden Transportbörsen

Der Sinn einer Frachtbörse besteht in einer verbesserten Nutzung des Bündelungspotentials vorhandener Kapazitäten bei Fahrten der einzelnen Teilnehmer. Der Materialfluss wird von den einzelnen Teilnehmern bewältigt.

In der Literatur (vgl. /Schneider et. al. 2000, 2001 und 2003/) werden die folgenden Gründe angeführt, warum dieses Potential nicht im vollen Umfang genutzt werden kann. Zu jedem der aufgeführten Kritikpunkte ist jeweils eine kurze Stellungnahme aus Sicht der Logistik aufgezählt, um daraus Anforderungen an das vorzuschlagende Konzept einer e-Business-Plattform abzuleiten.

Punkt 1

- Um die Fracht aufzunehmen bzw. abzugeben müssen u. U. zusätzliche Wege in Kauf genommen werden. Dies vermindert das Einsparpotential.

Dieser Punkt ergibt sich aus der Natur der Sache: Da die Quelle für die Rückfracht selten exakt mit der Senke der Fracht übereinstimmt. Die Frachtbörse hilft nun aber auch diese Umwege zu minimieren. Je vollständiger die Information über mögliche Rückfrachten ist, desto besser lassen sich diese Umwege minimieren. Dieses Argument spricht also für eine Plattform die denkbare Frachten so vollständig als möglich auflistet.

Ein weiterer Ansatzpunkt zur Minimierung der Umwege ist die Standardisierung. Bei standardisierten Ladungsträgern ist die Zuladung einfacher, damit vergrößert sich die Anzahl der möglichen Frachten.

Punkt 2

- Unterschiedliche Qualitätsstandards der Transporte der einzelnen Anbieter.

Hier besteht die Notwendigkeit einheitlicher Qualitätsstandards, und damit das Einhalten einschlägiger Normen für alle Beteiligte.

Durch den Einsatz von Wechselcontainern, die nach unseren Vorschlägen in Pools organisiert sind, soll ein einheitlicher Standard geschaffen werden. Über die Frachtbörse kann der Transport kompletter Containereinheiten, bzw. Ladungsträgereinheiten angeboten werden. Für die Ladungssicherung innerhalb des Containers ist damit weiterhin der Verlader zuständig. Das Containerhandling mit Müll kann so standardisiert werden.

Punkt 3

- Störungen im Materialfluss eines Teilnehmers an einer Frachtbörse haben Auswirkungen auf den Materialfluss des anderen.

Dieses Problem tritt auch innerhalb der Transportkette eines Unternehmens auf. Durch eine geschickte Pufferbildung kann dieses Problem minimiert werden.

Ist aufgrund enger Termine keine Pufferbildung möglich, so muss die Haftungsfrage für Terminverschiebungen durch Verträge geregelt werden.

Im Projekt EBEK werden Müll und Wertstoffe transportiert, die in der Regel keinen engen Terminplänen unterliegen, so dass in den meisten Fällen die Möglichkeit einer Pufferbildung besteht. In einigen Fällen ergibt sich eine solche Pufferbildung durch das Entsorgungssystem und die Fahrpläne der Eisenbahn.

Verbesserungspotentiale des Informationsflusses von Frachtbörsen

Eine Frachtbörse dient hauptsächlich dem Informationsaustausch. Der Informationsfluss ist von sehr zentraler Bedeutung für die Frachtbörse.

Bei den bisher in der Praxis vorhandenen Systemen werden die folgenden Probleme festgestellt.

Punkt 1

- Die im System vorliegende Information reicht nicht aus, um den Transport bewältigen zu können.

Durch genormte Systeme wird der Informationsaustausch vereinheitlicht. Durch die Standardisierung wird damit auch vorgegeben, welche Informationen für den anvisierten Geschäftsfall ins Netz zu stellen sind.

Durch den in Kapitel 6 vorgeschlagenen genormten Container vereinfacht sich z. B. die Informationsplattform in EBEK. Es muss nur noch der Containertyp angegeben werden.

Punkt 2

- Die Informationssysteme der einzelnen Nutzer unterscheiden sich und sind nicht aufeinander abgestimmt.

Wie Punkt 1 so lässt sich dieser Punkt ebenfalls durch Standardisierung lösen.

Punkt 3

- Die Konkurrenz kann die Information im Netz einsehen und gewinnt dadurch Informationen.

Es kann also auch ein Zuviel an Informationen im Netz stehen. Durch die geschickte Auswahl der benötigten Information kann dieses Problem gelöst werden.

Eine zweite Lösung ist die Information nur einer begrenzten Nutzergruppe zugänglich zu machen.

Punkt 4

- Durch den Transport werden Kunden abgeworben.

Aus volkswirtschaftlicher Sicht besteht das Ziel des minimalen Ressourcenverbrauchs für alle Verkehrsträger. Aus betriebwirtschaftlicher Sicht hat der Kunde in der Zeit des e-Bu-

siness einen schnellen Vergleich der unterschiedlichen Angebote, so dass sich dieses Argument von alleine relativiert. Hier kann ein guter Gesamtservice helfen.

Punkt 5

- Bei dieser Zahl an Frachtbörsen ist es schwer für die einzelnen Börsen eine kritische Masse zu erreichen.

Dieser Punkt kann durch die Nutzung bekannter Börsen oder durch ein zusammenfassendes Metasystem gelöst werden. In Kapitel 7.5 „Konzeption der e-Business-Plattform“ wird ein Vorschlag zur Integration eines solchen Systems unterbreitet, das Veränderungen der Teilnehmerzahlen in diesem dynamischen Machtfaktor ausgleichen kann.

7.1.4 Optimierungspotentiale des Werteflusses bestehender Frachtbörsen

Auch im Bereich des Werteflusses bieten die bestehenden Frachtbörsen einige Verbesserungspotentiale.

Punkt 1

- Die Zuverlässigkeit und die Bonität des Partners sind nicht zwangläufig bekannt.

Dieser Punkt ist bei der Konzeption der e-Business Plattform zu beachten. Hier kann eventuell auf Erfahrungen aus dem Bereich der Internetauktionen zurückgegriffen werden.

Punkt 2

- Haftungsfragen müssen geklärt sein.

Dieser Punkt kann durch Musterverträge, die z. B. zum Download angeboten werden, und einem dazu gehörigen Chatroom gelöst werden.

7.1.5 Wertstoffbörsen

Im Sinne einer Kreislaufwirtschaft sollten die Wertstoffe zu neuen Produkten verarbeitet werden.

Es gibt deshalb eine Vielzahl von Möglichkeiten der Weiterverwendung, Wiederverwendung und Wiederverwertung der anfallenden Stoffe.

Im Rahmen der neuen Möglichkeiten des e-Business wurden deshalb erstaunlich viele Wertstoffbörsen als Plattform für Angebot und Nachfrage eingerichtet, die sich teilweise noch nicht am Markt etabliert haben oder sich nicht durchsetzen können, und nach kurzer Zeit wieder zu verschwinden.

Im Anhang 7-2 werden einige Börsen mit einigen wichtigen Merkmalen, wie der Betreiber, der Teilnehmerkreis, Hilfsfunktionen und Sicherheitsmechanismen beschrieben.

7.1.6 Bewertungskriterien anhand der betrachteten Wertstoffbörsen

Als erstes Bewertungskriterium für Wertstoffbörsen wurde die Börsenfunktionalität betrachtet. Ein gutes Beispiel ist die IT-Börse, sie bietet drei Funktionalitäten an:

- Informations- und Linksammlung,
- Produktkataloge
- Prozessintegration

Ebenfalls drei Funktionalitäten bietet die Wertstoffbörse Abfallshop.de: Information- und Linksammlung, Produktkataloge sowie Ausschreibungen und Auktionen. Die übrigen der untersuchten Wertstoffbörsen bieten jeweils nur zwei Funktionalitäten an.

Die Bonität wird je nach Geschäftsmodell durch die Geldgeber und Betreiber bzw. durch den Geschäftpartner repräsentiert.

Als zweites Kriterium wurde der Umfang der Recyclinggüter gewählt. Hier wurden die Wertstoffbörsen in zwei Gruppen geteilt: Zum einen die allgemeinen Wertstoffbörsen, zum anderen die auf einzelne Wertstoffe spezialisierte Wertstoffbörsen.

Abfallshop.de, die Abfall- und Recyclingbörse, die E-Mail-basierte Recyclingbörse, die EU-WID Recyclingbörse, die IHK-Recyclingbörse, die Wertstoffbörse im Umweltforum Europa und RWR Rohstoff- und Recyclingbörse gehören zu den Börsen, die das gesamte Wertstoffspektrum abdecken.

Die Baumaterial-Recycling-Börse, die Bauschuttbörse, die Europäische Altreifen Börse, die IT Börse und RecyTrade gehören zu den branchenspezifischen Wertstoffbörsen.

Als drittes Kriterium wurden die Funktionsmerkmale der Softwaresysteme der Börsen untersucht. Die meisten Börsen bieten die Leistungen:

- Aggregation von Produktdaten ist als Möglichkeit die Produktdaten zu verwalten und Mehrfacheingaben der Daten zu vermeiden ein wichtiges Merkmal.
- Auch eine klare Regelung der Verantwortung für den Inhalt und das Content Management kann spätere juristische Streitereien vermeiden.
- Produktsuche
- Qualitätskriterien für Produkte Reinheit / Störstoffe
- Links
- Hilfefunktionen
- Nutzungs- und Registrierungsverwaltung.

Außerdem bieten einige Börsen noch zusätzliche Funktionen an:

- Auktionsunterstützung durch Abfallshop.de
- Ein Forum z. B. Abfallshop.de, Europäische Altreifen Börse, die Wertstoffbörse im Umweltforum

- Eine mehrsprachige Oberfläche bieten die Europäische Altreifen Börse, die IT- Börse und RecyTrade an.

Ein weiteres Kriterium sind die Hilfefunktionen. Mögliche Funktionalitäten sind hier:

- Hotline (Telefon oder Email)
- Benutzerhandbücher
- Einführung in die Wertstoffbörse

Zu einer Beurteilung einer Wertstoffbörse sind darüber hinaus, wie bei den Frachtbörsen, die folgenden Kriterien ausschlaggebend:

- Kontakthäufigkeit
- Kommunikationswege
- Antwortzeit und Stabilität der Wertstoffbörse
- Gliederung der Angebotsseite
- Möglichkeiten der Bonitätsprüfung des Vertragspartners
- Institutionelle Regelungen, wie z. B. Öffnung für Verbandsmitglieder.

7.2 Systematik für die Klassifikation der Wertstoffe

7.2.1 Überlegungen zu einer Systematik für die Klassifikation der Wertstoffe

Die Definition des Wertstoffs nach Klaus Cord-Landwehr lautet: „Komponenten der Abfälle, die als Ganzes oder teilweise einer Weiterverwendung (beispielsweise Altkleider), einer Wiederverwendung (beispielsweise Ganzglassammlung), einer Aufbereitung (beispielsweise DSD-Sortierung) oder einer Verwertung (beispielsweise Altpapier) zugeführt werden können.“ Siehe /Cord-Landwehr, 2000/.

Die Wertstoffe lassen sich nach unterschiedlichen Kriterien systematisieren. Auf europäischer Ebene gilt die EAK-Schlüsselnummer, die aber eine nur grobe Einteilung der Wertstoffe zulässt.

In der Tabelle sind die Stoffe aufgeführt, die an externe Entsorger geliefert werden. Der Detaillierungsgrad schwankt von Landkreis zu Landkreis.

Tabelle 7-1: Einteilung der Wertstoffe

	Biberach	Reutlingen	Tübingen	Sigmaringen	Tuttlingen	Zollernalb
PPK	x			x	x	x
DSD		x			x	x
Gelber Sack				x		
Deinking Papier		x				
Metall	x			x		
Schrott				x		
Weissblech		x	x			
Aluminium	x	x	x			
PET Flaschen		x	x	x		
Kunststoffe		x	x			
Eimer		x	x			
Transparente Folie		x	x			
Folie		x	x			
Hohlkörper	x	x	x			
Styropor		x	x			
Getränke Verbunde	x	x	x			
Sonstige Verbunde		x	x			
Glas	x			x		
Glas aus Gewerbe		x	x			
Glas grün und weiß	x					
Asbest		x				

7.3 Informationsmodell für die e-Business-Plattform

7.3.1 Die Idee der neuen idealen e-Business-Plattform

Wie die Marktrecherche gezeigt hat, sind auf dem Markt bereits eine Vielzahl von Fracht- und Wertstoffbörsen vorhanden. Eine marktfähige Plattform muss sich deshalb von den anderen Börsen differenzieren und möglichst die Inhalte aller dieser Börsen im Sinne einer Metabörse nutzen und integrierend zusammenfassen. Im Folgenden sind die Anforderungen an eine solche ideale Börse beschrieben.

Punkt 1 Integration von Wertstoffbörse und Transportbörse

Um die Wertstoffe einer neuen Nutzung zuzuführen, genügt der Vertrag zwischen einem Nachfrager und einem Anbieter nicht, sondern es muss auch der Transport gewährleistet sein. Deshalb bietet die Plattform die Möglichkeit den Vertragschluss zwischen den drei Beteiligten: dem Anbieter, dem Nachfrager und dem Transporteur an.

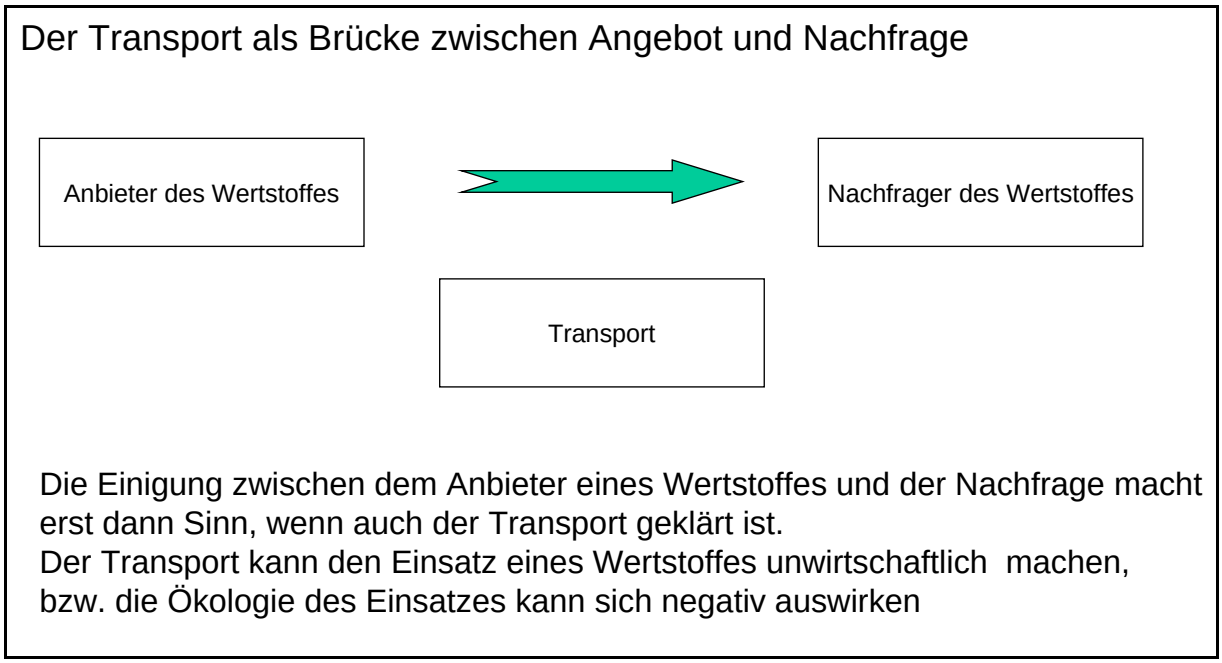

Der Transport als Brücke zwischen Angebot und Nachfrage
Anbieter des Wertstoffes
Nachfrager des Wertstoffes
Transport
Die Einigung zwischen dem Anbieter eines Wertstoffes und der Nachfrage macht erst dann Sinn, wenn auch der Transport geklärt ist.
Der Transport kann den Einsatz eines Wertstoffes unwirtschaftlich machen, bzw. die Ökologie des Einsatzes kann sich negativ auswirken

Abbildung 7-1 Der Transport als Brücke zwischen Angebot und Nachfrage

Punkt 2 Ausbau zum Internetportal

Die Funktion als Börse allein reicht in der Regel nicht aus, um Kunden an sich zu binden. Die e-Business Plattform soll deshalb als Portal mit Zusatzfunktionen wie Auktionen, Pinnwand, Linkliste, Musterverträge und natürlich den Funktionen einer Börse ausgebaut werden[3]. Durch eine strukturierte Anordnung der unterschiedlichen Funktionen kann die Plattform als Informationsbasis für die gesamte Entsorgung dienen. Im Idealfall ruft der Kunde diese Plattform direkt auf, wenn er sich in das Internet einloggt.

Punkt 3 Nutzung bereits bestehender Wertstoffbörsen

Die neue Plattform zielt, neben der eigenen Funktionalität darauf ab, die in bestehenden Plattformen vorhanden Informationen im Sinne einer Metabörse zu nutzen. Das heißt Schnittstellen zu bestehenden Plattformen zu schaffen.

Innerhalb der Plattform wird unterschieden, ob ein Angebot aus einem Unternehmen mit dem ein Rahmenvertrag besteht, stammt, oder ob es ein allgemeines Angebot in der e-Business Plattform ist.

Es entsteht somit eine Einteilung der Angebote in 3 Stufen. Anfragen aus dem eigenen Konzern oder aus Unternehmen mit denen Rahmenverträge bestehen. Anfragen aus der e-Business Plattform und Anfragen aus dem Internet.

[3] Siehe hierzu das Kapitel Funktionalität der e-Business-Plattform

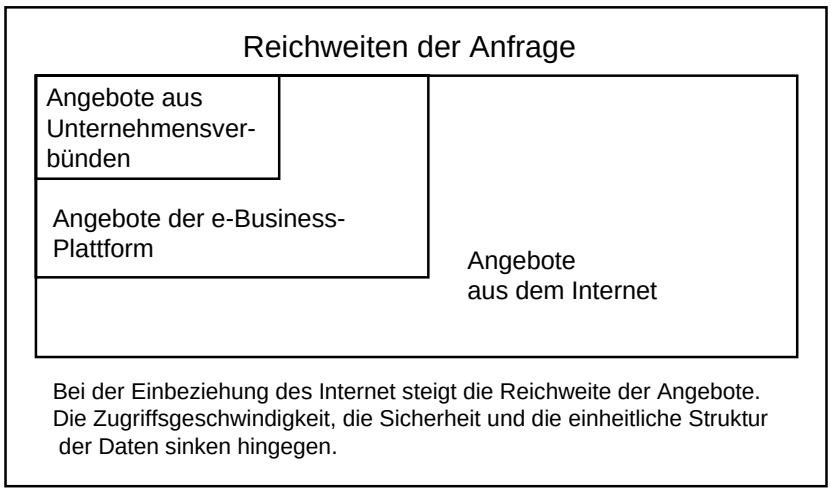

Reichweiten der Anfrage
Angebote aus Unternehmensver-bünden
Angebote der e-Business-Plattform
Angebote aus dem Internet
Bei der Einbeziehung des Internet steigt die Reichweite der Angebote.
Die Zugriffsgeschwindigkeit, die Sicherheit und die einheitliche Struktur der Daten sinken hingegen.

Abbildung 7-2: Reichweiten der Anfrage

Punkt 4: Die besondere Eignung für Rückfracht

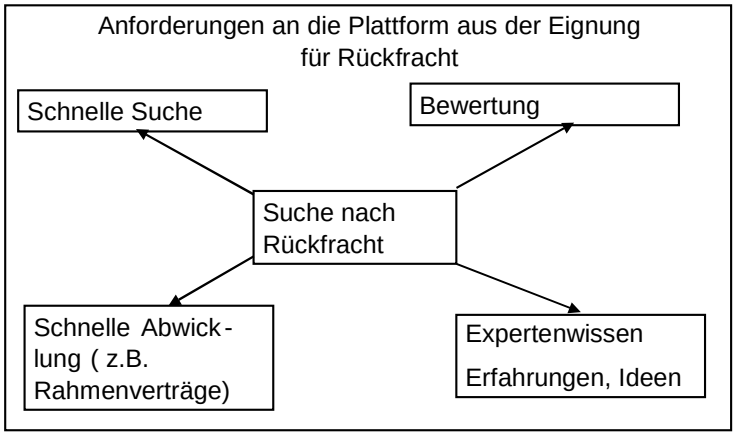


Abbildung 7-3: Anforderungen an die Plattform aus der Eignung für Rückfracht

Eines der größten Nutzungspotentiale einer solchen Plattform ist neben der Zuladung auch die Vermittlung von Rückfracht.

Die Möglichkeit auch kurzfristig eine Zuladung bzw. eine Rückfracht zu finden, erfordert eine schnelle Abwicklung. Hierzu ist sowohl eine schnelle Suche notwendig, als auch eine schnelle Einigung.

Für die schnelle Suche braucht die e-Business-Plattform ihre eigene Datenbank. Schnelle Einigungen können durch die angebotenen Rahmenverträge erreicht werden. Um das Risiko der Beteiligten zu minimieren werden Bewertungen der einzelnen Teilnehmer durch andere Nutzer eingeführt.

Da bisher nur ein begrenzter Erfahrungsschatz über Rückfrachten, insbesondere über Rückfracht im Schienenverkehr vorliegt, vgl. Kapitel 8.1 „Logistische Charakteristika“, soll ein in

einer Expertendatenbank solche Erfahrungswerte gespeichert werden. Des Weiteren soll die Marktbeobachtung dazu vereinfacht werden. Hierzu zählt eine Sammlung von Links und automatischen Speicherungen von Preisentwicklungen.

7.4 Funktionalität der e-Business-Plattform

Die grundlegenden Funktionalitäten gelten für alle Benutzergruppen. Aufgrund unterschiedlicher Zugriffsrechte und unterschiedlichem Prozessabwicklungen erfolgt bei einzelnen Funktionen eine Differenzierung. In der folgenden Übersicht sind die grundlegenden Funktionalitäten der Plattform dargestellt.

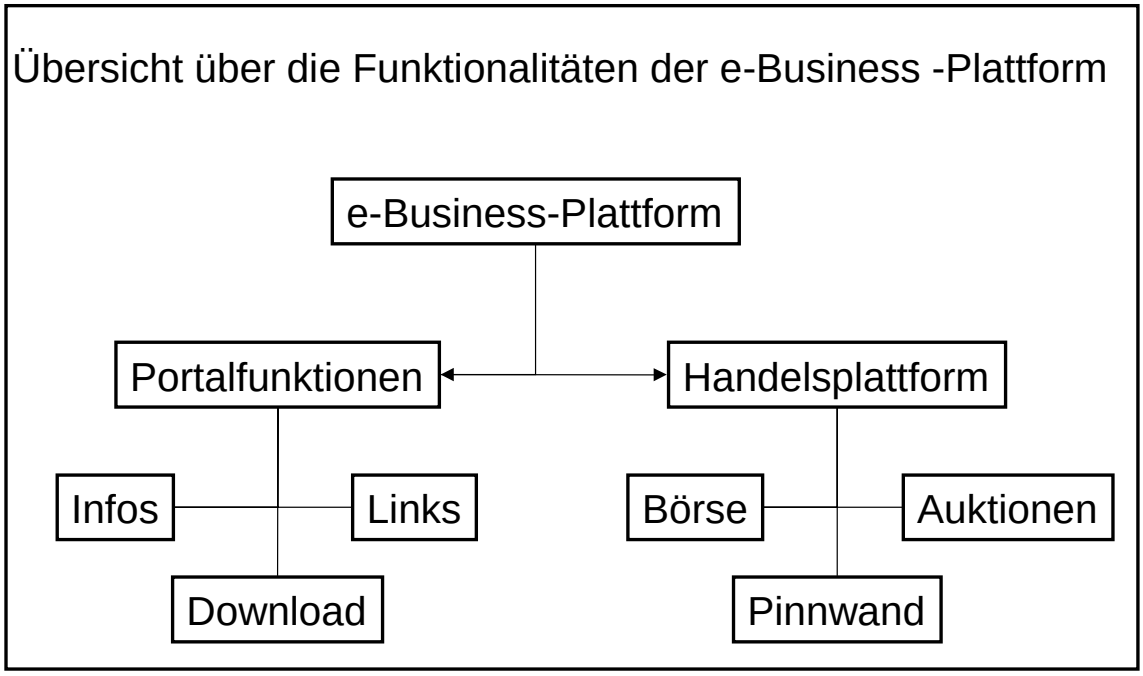


Abbildung 7-4: Funktionalität der e-Business-Plattform

Die e-Business-Plattform soll sowohl Aufgaben eines Portals (Infos, Links Downloadmöglichkeiten), als auch Aufgaben von Handelsplattformen (Börse, Auktionen u. Pinnwand) wahrnehmen. Mit der Handelsplattform können sowohl Wertstoffe als auch Transporte gehandelt werden.

Das dritte Unterscheidungsmerkmal der Funktionalitäten ist die Reichweite. Die Reichweiten die im Rahmen des Informationsmodells entwickelt wurden, werden durch unterschiedliche Bereiche mit unterschiedlichen Zugriffsrechten und Formularen in der Software umgesetzt.

Lokaler interner Bereich Eigenes Unternehmen bzw. Unternehmen mit langfristigen Verträgen	Lokaler Bereich registrierte Benutzer der e-Business Plattform (Ausgeschlossen sind die Sperrvermerke)	Internet Anonyme Benutzer
Lieferbedingen bzw. Transportbedingungen im Rahmenvertrag festgelegt	Lieferbedingen bzw. Transportbedingungen auf Basis eines Muster-vertrages	Lieferbedingen bzw. Transportbedingungen nach Möglichkeit auf Basis eines Mustervertrages

Abbildung 7-5: Bereiche der Reichweiten der Softwarereichweiten

Für die Benutzergruppen lokale Anwender und für die Benutzergruppe Landkreise ist im Folgenden die Funktionalität kurz dargestellt. Die übrigen Benutzergruppen haben einen ähnlichen Funktionsumfang zur Verfügung.

7.5 Konzeption einer idealen e-Business-Plattform

In diesem Kapitel wird die ideale Plattform hinsichtlich der Kommunikationstechnik grob spezifiziert.

7.5.1 Geschäftsabläufe

In der idealen Plattform sind die Geschäftsabläufe manuelle Suchfunktion, automatische Suche, manuelle Suchfunktion im Internet, automatische Suchfunktion im Internet vorgesehen.

Als Möglichkeiten einer Preisfindung sind das Festpreisangebot, Auktionen, Verhandlung und Rahmenverträge mit Standardangeboten vorgesehen. Insbesondere für langfristige Lieferungen können bilaterale Rahmenverträge mit Standardangeboten/-lieferungen über die Plattform abgeschlossen werden.

7.5.2 Die Module der e-Business-Plattform

Zur Senkung der Anschaffungskosten soll beim Aufbau der Internetplattform, möglichst auf Standardmodule zurückgegriffen werden. In der folgenden Grafik ist deshalb der Softwareumfang in einzelne Module eingeteilt.

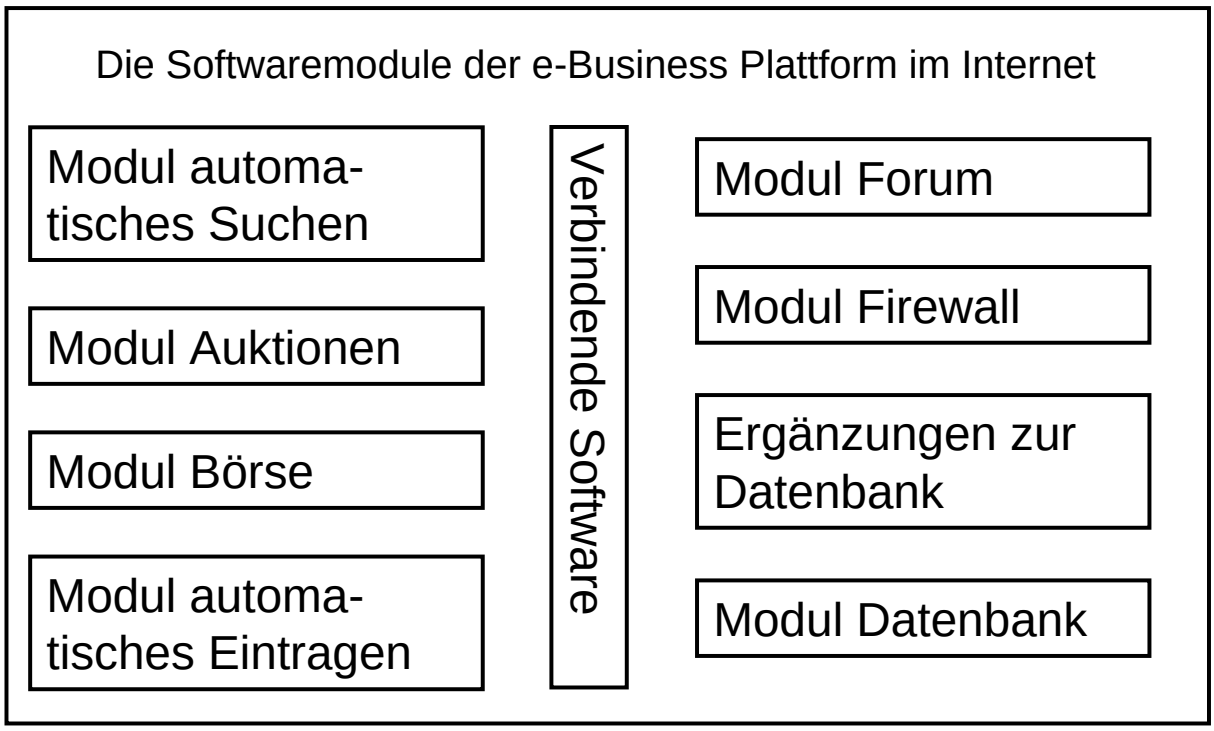


Abbildung 7-6: Benötigte Softwaremodule für eine Internetplattform

7.5.3 Das Geschäftsmodell der e-Business-Plattform

Um die Unterstützung der Landkreise zu gewährleisten empfiehlt sich die Beteiligung der Landkreise. Unterstützende Tätigkeiten können sein:

- Die Herstellung von Kontakten.
- Hilfe bei der Information der Bürger und der Industrie.
- Beratung aus Kenntnis des Marktes

Um die Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten soll die Plattform privat betrieben werden. Ein Teil der Investitionen stammt ebenfalls aus der privaten Hand.

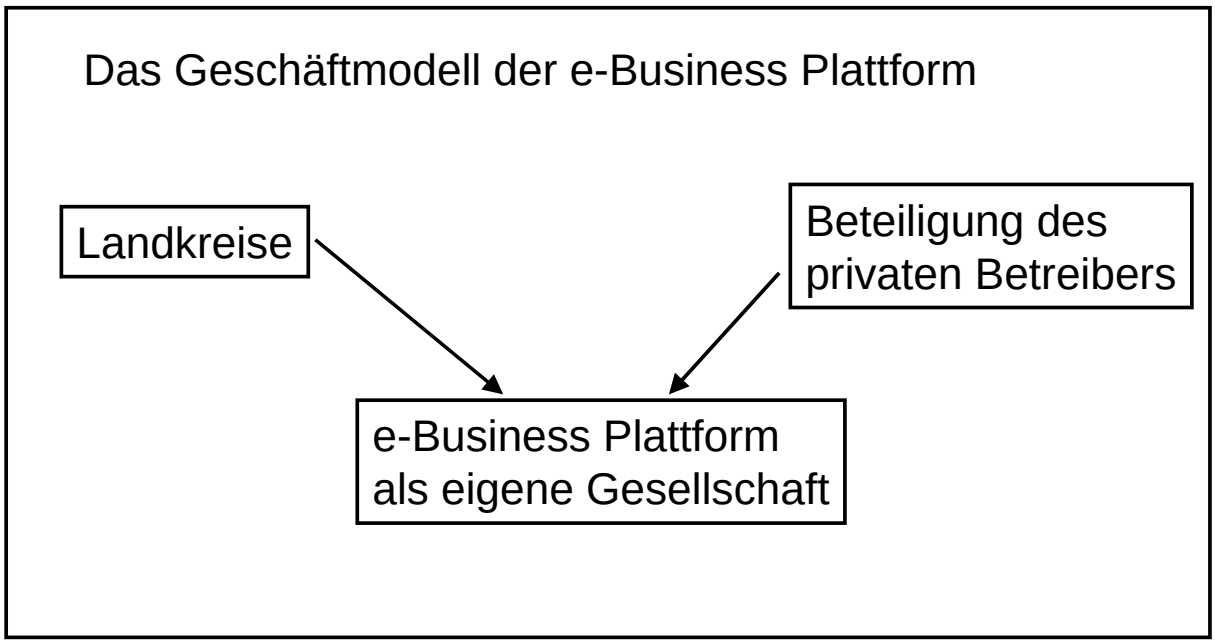


Abbildung 7-7: Das Geschäftsmodell der e-Business-Plattform

7.6 Umsetzungsmöglichkeiten der e-Business-Plattform

Der erste Schritt zur Umsetzung der e-Business Plattform mit Hilfe der Universität Stuttgart ist die Gründung einer Betreibergesellschaft. Sobald der Betreiber feststeht können die weiteren Planungsschritte entsprechend der unten stehenden Tabelle durchgeführt werden.

Entwurfsplanung	Universität mit möglichen Betreiber	Erstellung des Pflichtenheftes
Ausschreibung	Universität mit Betreiber	Auswahl des Software-lieferanten
Feinplanung	Betreiber, Software-lieferant und Universität	Erstellung des Feinpflichtenheftes
Programmierung	Softwarelieferant	Einrichten bzw. Program-mieren der Software
Anlaufphase	Betreiber und Softwarelieferant	e-Business-Plattform läuft

Abbildung 7-8: Weiteres Vorgehen in Zusammenarbeit mit der Universität

Sobald ein Betreiber feststeht wird gemeinsam, im Rahmen der Entwurfsplanung der gesamte hier dargestellte Entwurf auf den Betreiber zugeschnitten und weiter detailliert. In dieser Phase wären die Partner aus der Universität Stuttgart IFT-LL und SIA, welche dieses Konzept entwickelt haben, und der spätere Betreiber beteiligt.

In der Ausschreibungsphase wird dann der Softwarelieferant gesucht. Die Auswahl des Softwareherstellers wird vom Betreiber unter Beratung der Universitätsinstitute durchgeführt

Der Betreiber, die Universitätsinstitute und der Softwarelieferant führen dann die Feinplanung durch. Als Ergebnis wird vom Softwarelieferant ein Feinpflichtenheft erstellt.

Anhand des Feinpflichtenheftes werden dann die Module der Software eingerichtet und fehlende Teile vom Softwarelieferant programmiert und von der Universität im Monitoring der Zielerreichung begleitet.

Die Anlaufphase wird vom Betreiber und dem Softwarelieferanten durchgeführt. Neben der Bewältigung des technischen Anlaufes ist die e-Business-Plattform in dieser Phase auch mit Inhalten zu füllen. Die Anlaufphase geht fließend in die Betriebsphase über.

7.6.1 Mögliche Finanzquellen

Ziel ist es, dass die e-Business-Plattform sich mittel- und langfristig selber trägt und auch mit Gewinn arbeitet.

Um die Einnahme und Ausgaberechnung durchführen zu können, werden zunächst die in den vorhergegangenen Kapiteln entworfenen Dienste in gebührenpflichtige und gebührenfreie Dienste eingeteilt.

Für die Kunden kostenlose Dienste

Die folgenden Dienste sollten für die Kunden frei sein

- Allgemeine Informationen: Um die Plattform für den Surfer interessant zu machen wird ein Teil nützlicher Informationen kostenlos zur Verfügung gestellt.
- Einträge in Pinnwand von Privatpersonen: Für private Personen gibt es hier die Möglichkeit Wertstoffe und Sperrmüll vor der Entsorgung kostenlos anzubieten. Auch hier soll Interesse geweckt werden.
- Lesen der Pinnwand: Das Lesen der Pinnwand, ohne die Veröffentlichung von Adressen ist ebenfalls kostenlos.
- Ansicht der Angebote in der Auktion.
- Linksammlungen.
- Forum: Grundsätzlich ist die Beteiligung an den Diskussionen des Forums frei.

Gebührenpflichtig

Die folgenden Dienste der e-Business-Plattform sind gebührenpflichtig

- Gewerbliche Anzeigen an der Pinnwand (Für Großkunden gibt es die Möglichkeit einer pauschalen Nutzungsgebühr)
- Download (Ausführliche Expertisen, Musterverträge)

- Zuschlag bei der Auktion
- Adressfreischaltung für Anzeigen an der Pinnwand.
- Einrichtung eines internen Bereiches für Großkunden. Hier können Transporte innerhalb eines Konzerns angeboten werden, bevor sie der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

7.6.2 Musterkalkulation einer e-Business-Plattform

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde eine Kalkulation durchgeführt. Langfristig ist diese Plattform nach dieser Rechnung profitabel, die anfängliche Hürde bis zum Erreichen der Amortisation des eingesetzten Kapitals ist jedoch ist mit den berechneten sechs Jahren zu lang. Durch politische Fördermaßnahmen oder PublicPrivatePartnership könnte diese Hürde verkleinert und damit das Risiko vermindert werden.

Bei Übernahme der Planungskosten durch Fördergelder, Übernahme von 50 % des Gehaltes der ersten beiden Jahren und einer Förderung von 50 % der Anfangsinvestitionen ergibt sich das folgende Ergebnis: Die Gewinnschwelle wird nach dieser Kalkulation bereits im dritten Jahr erreicht. Das eingesetzte Geld ist nach dem fünften Jahr bereits wieder erlöst. Das Risiko der Anfangsinvestition wäre damit deutlich abgesenkt.

8 Integration Transportkette in die allgemeine Güterverkehrslogistik

8.1 Logistische Charakteristika der Wertstoffströme für die überregionale Entsorgung

In Kapitel 3 werden die regionalen Entsorgungsströme aufgeführt. Es ist zu ersehen, dass die Wertstoffe in das Bundesgebiet und teilweise auch ins europäische Ausland geliefert werden. Zum Teil benützen die Landkreise bereits heute mehrere Abnehmer für denselben Wertstoff. Dies ermöglicht heute also schon eine kurzfristige Disposition nach der Bedarfslage und den aktuellen Preisangeboten. Die Möglichkeiten der bedarfsgerechten Verwertung, werden durch die e-Business-Plattform des Arbeitpaketes „Verbesserung der Ressourcennutzung durch e-Business“ und den damit optimierten Informationsfluss weiter verbessert.

In der Beispielregion ist der folgende paarige Verkehr bereits Realität: Beim Transport von der Umladestation Bad Saulgau zu der Umladestation Ringenbach werden auf dem Rückweg die folgenden Waren transportiert:

- Transport von Grünmüll
- Transport von verwertbarem Bauschutt zur BRS Menningen (Bauschutt-Recyclinganlage)
- Verbindung mit einem Kundenbesuch

Laut des Zwischenberichtes wird eine Quote von 90 % paariger Verkehre erreicht. Vgl. [SIA]

Laut Angaben des Kooperationspartners U-Plus wird der Transport auf der Straße unter der Annahme von Rücktransporten kalkuliert. Die Transporte sollen mit Hilfe von Walking-Floor Fahrzeugen durchgeführt werden. Bei kurzfristigen Verträgen werden die Fahrzeuge für den Straßentransport gemietet, bei langfristigen Verkehren wird der Transport von U-Plus selbst durchgeführt.

Als Potential für einen Rücktransport kalkuliert U-Plus mit den Wertstoffen Papier und Holz.

Nach Angaben von U-Plus wird das Papier nach Schongau in Oberschwaben, nach Augsburg oder nach Weinfelden in der Schweiz transportiert, Holz wird von Stuttgart nach Ulm transportiert. Eine direkte Gegenrelation von Stuttgart bzw. Ulm in das Untersuchungsgebiet ist zurzeit nicht bekannt.

Weiterhin wurde die Frage aufgeworfen, inwiefern sich Bauschutt für den Rücktransport eignet. Positiv spricht für Bauschutt, dass sich unmittelbar neben der Müllverbrennungsanlage in Stuttgart-Münster eine Bauschuttaufbereitungsanlage befindet. Bauschutt wird jedoch

meist nur über kurze Entfernungen transportiert und wird überwiegend in kiesarmen Gebieten eingesetzt.

Kies ist prinzipiell für den Transport geeignet. Allerdings sind die unterschiedlichen spezifischen Gewichte zwischen Kies und Müll zu beachten. Müll hat ein spezifisches Gewicht von etwa 0,3 t/m³ während Kies ein spezifisches Gewicht von etwa 1,7 t/m³ hat.

Die HZL bedient die Strecke zwischen Schwackenreute und Schömberg mit Kiestransporten. Dieser Verkehr läuft jedoch quer zu den Mülltransporten und ist in der jetzigen Form für eine Gegenrelation ungeeignet.

Die beschriebenen paarigen Verkehre sind, bis auf das Beispiel der Fremdvergabe der Aufträge, innerhalb der Entsorgungsbranche realisiert. Die Integration der Transporte in die allgemeine Güterverkehrslogistik ermöglicht prinzipiell gemischt paarige Verkehre zwischen Transporten der Entsorgungsbranche und Transporten des allgemeinen Güterverkehrs.

Ein überwiegende Teil des Mülls und ein Teil der Wertstoffe werden als Schüttgut behandelt. Wertstoffe wie Elektroabfälle werden aber auch in Ladungsträgern (Paletten und Gitterboxen) gesammelt.

Werden Ladungsträger oder Reststoffe wie Karton verwendet, so sind keine Rückstände im Container zu erwarten. Bei Transport von Glas und Sperrmüll sind geringe Reste zu erwarten, bei Biomüll und Hausmüll sind jedoch haftende Rückstände zu erwarten.

Je nach Art der Verschmutzung muss eine Reinigung vorgesehen werden (z. B. mit dem Besen, mit Druckluft oder mit Dampfstrahl). Wo eine Reinigung nicht wirtschaftlich möglich ist, muss auf den Rücktransport verzichtet werden. Der Aufwand der Reinigung richtet sich nach den Haftungseigenschaften der einzelnen Müllfraktionen und den Hygieneanforderungen der Rückfracht.

Tabelle 8-1: Unterschiedliche Container in der Entsorgungswirtschaft und im allgemeinen Güterverkehr

Entsorgungswirtschaft	**Allgemeiner Güterverkehr**
Abrollcontainer DIN 30722	Binnencontainer (DIN 15190)
Absetzkipper DIN 30720	ISO-Container (DIN ISO 668 und 1161)
	Sattelauflieger
	LKW-Züge
	Silofahrzeuge

Wie dies im Pflichtenheft „Leistungsdefinition einer optimalen Technik“ vorgeschlagen wird, müssen die Behältnisse für eine Übergangsphase sowohl die Normen der Entsorgungswirtschaft als auch die Normen des allgemeinen Güterverkehrs erfüllen. Langfristig sollten zur Einsparung der Ressourcen die Handlingmöglichkeiten vereinheitlicht werden.

8.2 Möglichkeiten zur Nutzung der Logistiksysteme für den Güterverkehr

In diesem Kapitel werden organisatorische und technische Ansätze zur Nutzung der bestehenden Logistiksysteme erarbeitet. Die logistische Infrastruktur in der Region wird punktuell auf ihre Eignung als Schnittstelle zu einem überregionalen Netz untersucht. Soweit erforderlich werden zusätzliche Knoten z. B. Häfen, außerhalb der Beispielregion in die Betrachtungen einbezogen. Zunächst wird aber das allgemeine Netzmodell auf die Nutzungen in EBEK übertragen.

8.2.1 Die Übertragung des Netzmodells der Logistik auf das Projekt

Fragestellungen aus dem Bereich des Güterverkehrs, inklusive der Mülltransporte, werden im Rahmen der Transportlogistik untersucht. Ausgangspunkt der Studien ist dabei die optimale Nutzung der vorhandenen Infrastruktur.

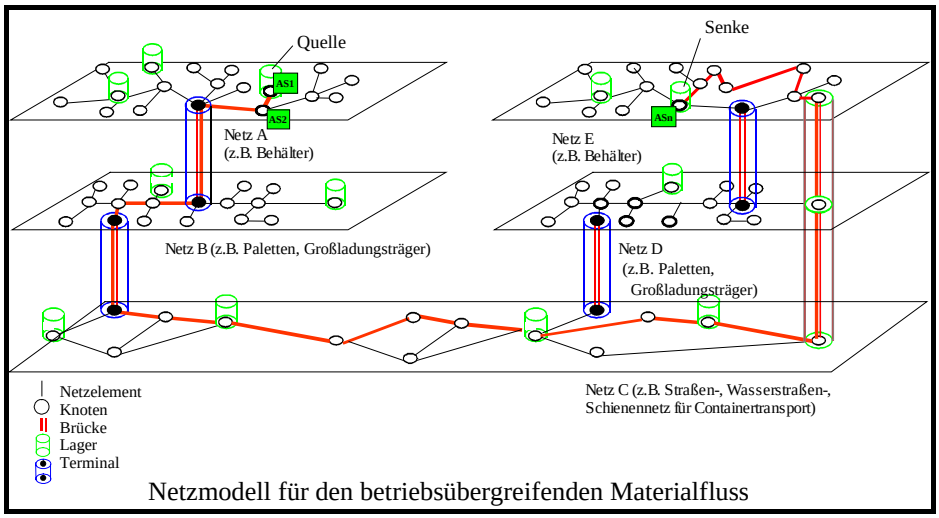


Abbildung 8-1: Netzmodell für den betriebsübergreifenden Materialfluss

Zur Beschreibung von Wegeketten für Personen und Güter wird auf das oben skizzierte Netzmodell der Logistik zurückgegriffen. Dieses kennzeichnet sich durch die Verwendung gleichartiger Elemente in den jeweiligen Transportnetzebenen, die Anwendung einheitlicher „Netzprodukte“ und durch die Verwendung gleichartiger Algorithmen innerhalb der Netzebenen aus. Durch Brücken wird die Kopplung der Netze ermöglicht.

Mit Hilfe des Netzmodells lässt sich die anfängliche Feinverteilung und die Bündelung des Materialflusses sehr anschaulich darstellen.

Überträgt man das Netzmodell auf die Gegebenheiten des Projektes, so erhält man in einer ersten Betrachtung die folgenden Ergebnisse:

Das Sammeln des Mülls erfolgt über mehrere Netzebenen. Der Müll wird in den einzelnen Haushalten in Müllsammelgefäße gesammelt. Die Inhalte dieser Müllsammelgefäße werden in die Container der Müllsammelfahrzeuge geschüttet. Die Container werden je nach Transportmittel weiter gebündelt.

Der Umschlagplatz Straße/Straße stellt die Brücke zur Netzebene der Mülltransportfahrzeuge dar. Die Netzebene der Müllsammelfahrzeuge bedient nun noch zusätzlich die Quellen Fabrikgelände und Wertstoffhöfe. Sie bündelt in der Regel 2 Container. Der Umschlagplatz Straße/Schiene stellt die nächste Brücke dar. Die Bündelung des LKW Zuges wird aufgehoben und die Container bei der Bahnverladung zu größeren Einheiten gebündelt.

Wie in Abbildung 8-1 dargestellt, wird in Zukunft die Senke für Haus und Sperrmüll die Müllverbrennungsanlage sein: Im Falle des Bahntransportes wird die Ware als Zug gebündelt zur MVA gefahren. In der obigen Darstellung wird die MVA dann als Senke betrachtet, obwohl hier ein kurzer Straßentransport zwischengeschaltet ist.

Für die restlichen Müllsorten und für die Wertstoffe gibt es vom Eisenbahnnetz der HzL Übergänge zum Eisenbahnnetz der Deutschen Bahn AG und von dort wiederum Übergänge zu den europäischen Eisenbahnen. Des Weiteren wird im Folgenden auch noch auf den Übergang zum Binnenwasserstraßennetz eingegangen.

Das Binnenwasserstraßennetz

Ein möglicher Übergang zum Binnenwasserstraßennetz ist der Hafen in Plochingen. Der Vorteil dieser Netzbrücke ist die räumliche Nähe zum Netzknotenpunkt der Eisenbahn in Plochingen.

Ein zweiter Übergang in das Binnenwasserstraßennetz ist der Hafen Stuttgart. Dieser befindet sich im Flussverlauf des Neckars weiter unten, wodurch sich das Risiko von Niedrigwasser vermindert.

Im Hafen Stuttgart findet Massengutverladung für eine Vielzahl von Produkten statt: Beispiele sind Steine und Erden, Erze, Metallabfälle, Eisen, Stahl, NE Metalle, Kohle. Diese stellen aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften als Schüttgüter ein Potenzial für Rücktransporte da. Positiv für eine solche Möglichkeit des Rücktransportes ist die räumliche Nähe zur zukünftigen Senke des Hausmülls der MVA in Stuttgart-Münster.

Der Hafen in Stuttgart-Münster ist nur durch ein Rangiergleis mit dem Netz der deutschen Eisenbahnen verbunden, so dass hier die entsprechenden Rangierzeiten zu berücksichtigen sind.

Weitere mögliche Übergänge in das Binnenwasserstraßennetz sind die Häfen in Basel und Kehl.

8.3 Gestaltung der Schnittstellen zu bestehenden Logistiksystemen

Modellhaft wurden an einem Beispiel mehrere Möglichkeiten des Umschlags entwickelt. Voraussetzung dieser Modellrechnung war der Einsatz eines Wechselcontainersystems welches die Normen des allgemeinen Güterverkehrs erfüllt. Um eine maßstabsgetreue Grundlage zu haben, wurden die folgenden Überlegungen am Beispiel des Umschlagplatzes Hardt angestellt.

Materialflusskonzept 1 („Containerkran“)

In diesem Konzept werden die Gleise und der Umschlagsplatz von einem Portalkran überspannt. Die LKWs fahren parallel zum Gleis ein und halten im Bereich des Krans.

Aufgrund der hohen Fixkosten und der geringen Umschlagsmengen ist, wie ein Kostenvergleich gezeigt hat, dieses Umschlagsystem nicht wirtschaftlich.

Materialflusskonzept 2 („Containerstapler“)

Dieses Konzept unterscheidet sich vom oben erläuterten Entwurf vor allem darin, dass als Umschlagsgerät ein Containerstapler verwendet wird.

Ist der Zug eingefahren, so entlädt der Stapler abwechselnd einen Leercontainer und belädt den Waggon mit einem vollen Container bis der Zug vollständig abgefertigt ist. Danach fährt der Zug aus. Nun werden die angelieferten Container vom Staplerfahrer an den dafür vorgesehenen Stellplätzen eingelagert.

Da die Container gestapelt werden können, ist es auch bei diesem Umschlagssystem möglich, viele Behälter zwischen zu puffern. Zudem ist vorteilhaft, dass wie im Materialflusskonzept 1 („Containerkran“) auch Container ohne Stützbeine umgeschlagen werden können.

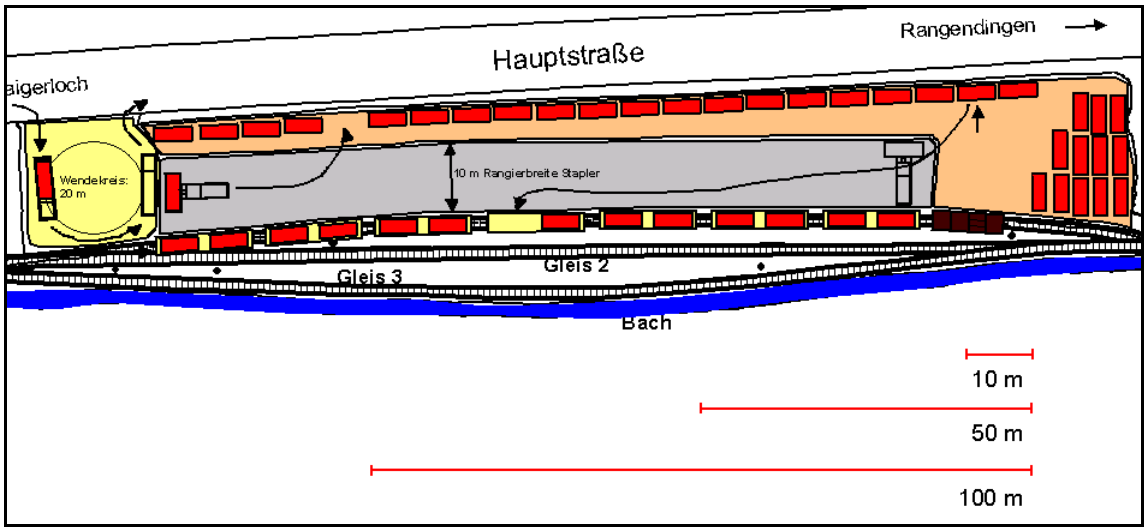


Abbildung 8-2 Materialflusskonzept 2 Containerstapler

Materialflusskonzept 3 („Mitfahrender Stapler“)

Um dem Problem der geringen Auslastung von Stapler und Bediener zu begegnen, wird in diesem Konzept vorgeschlagen, dass der Stapler mit dem Zug mittransportiert wird und somit an mehreren Umschlagsplätzen täglich zum Einsatz kommen kann.

Nachteilig ist hier vor allem die zeitaufwändige Zug-Abfertigung. Die Verladezeiten machen dieses System rasch unwirtschaftlich. Außerdem sind der überwiegende Teil der handelsüblichen Containerstapler breiter als die für den Bahntransport zugelassenen.

Materialflusskonzept 4 („integrierte Kleinmengenanlieferung“)

In diesen Entwurf ist ein anderer Ansatz zur Bewältigung des Problems des schlecht ausgelasteten Platzpersonals und des Staplers eingeflossen:

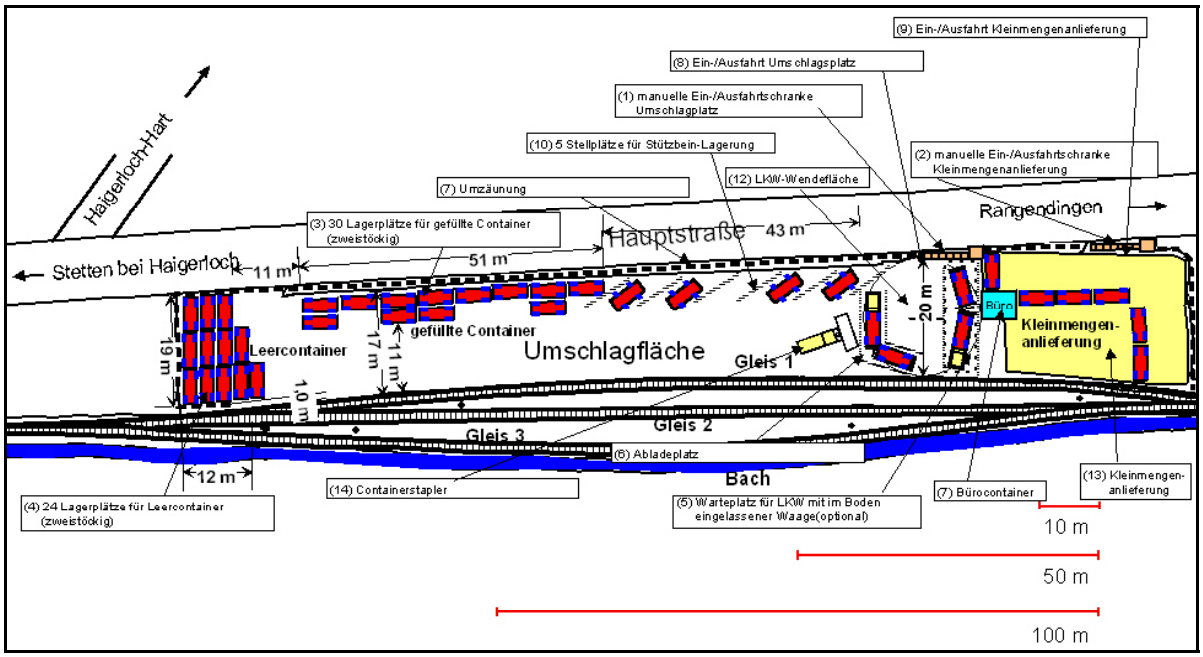


Abbildung 8-3: Layout des Material- und Informationsflusses im Konzept 4 („Integrierte Kleinmengenanlieferung“)

Bei der Überlegung wie die vorhandenen Überkapazitäten genutzt werden können, fiel die Wahl auf die Generierung von Zusatznutzen durch Integration einer Annahmestelle für Kleinmengen. Es liegt hier die Idee zugrunde, dass nicht nur volle Behälter angenommen werden, sondern auch eine Anlieferungsmöglichkeit für Mengen unterhalb einer Containerladung vorgesehen wird.

Im abgetrennten östlichen Platzteil (siehe Abbildung 8-3) können z. B. städtische Kleinlaster oder Privatpersonen ihren Müll gegen eine Gebühr abliefern, ähnlich wie es heute schon an Mülldeponien der Fall ist. Die bisher entfernt vom Bahnnetz gelegenen Wertstoffhöfe könn-

ten an die Schiene verlegt werden und somit einen Zusatznutzen für den Umschlagbahnhof erbringen. Die Container, in die die Kleinmengen geworfen werden haben dieselben Maße wie die übrigen Container. Sobald sie vollständig gefüllt sind, werden sie mit Hilfe des Staplers ausgetauscht. Die Verwaltung der Kleinmengenanlieferung wird zusätzlich von dem Staplerfahrer übernommen, der auch auf dem Umschlagsplatz die Be-, und Entladevorgänge vornimmt.

Die LKWs können, bei Auslastung des Staplers, ihre Behälter teilweise selbstständig am westlichen Platzende auf Stützbeinen abstellen und die dort bereitgestellten Leercontainer mitnehmen. LKW-Abfertigung und Einlagerung sind somit entkoppelt.

Durch die Integration einer Kleinmengenanlieferung wird neben der besseren Auslastung von Stapler und Fahrer ein erheblicher Zusatznutzen geschaffen. Da im Zuge des bevorstehenden generellen Verbots der Deponierung von Hausmüll die Möglichkeit der Abgabe von Kleinmengen an der Mülldeponie wegfällt, könnte diese Funktion in Zukunft an den Umschlagsbahnhöfen erfüllt werden.

Nachteilig gegenüber dem Materialflusskonzept 2 („Containerstapler“) ist die geringere Anzahl an Container-Stellplätzen durch die von der Kleinmengenanlieferung beanspruchte Fläche. Auch ist fraglich, ob eine solche Kleinmengenanlieferung an allen vorgesehenen Umschlagplatz-Standorten möglich und sinnvoll ist.

Materialflusskonzept 5 („Mobiler“)

In diesem Konzept stellen die LKWs wie beim „mitfahrenden Stapler“ (Materialflusskonzept 3) ihre Container auf Stützbeinen ab und nehmen bereitstehende Leercontainer mit. Das Mobilerfahrzeug nimmt die einzelnen Elemente auf und schiebt sie in einem Horizontalumschlag auf Tragwagen der Eisenbahn.

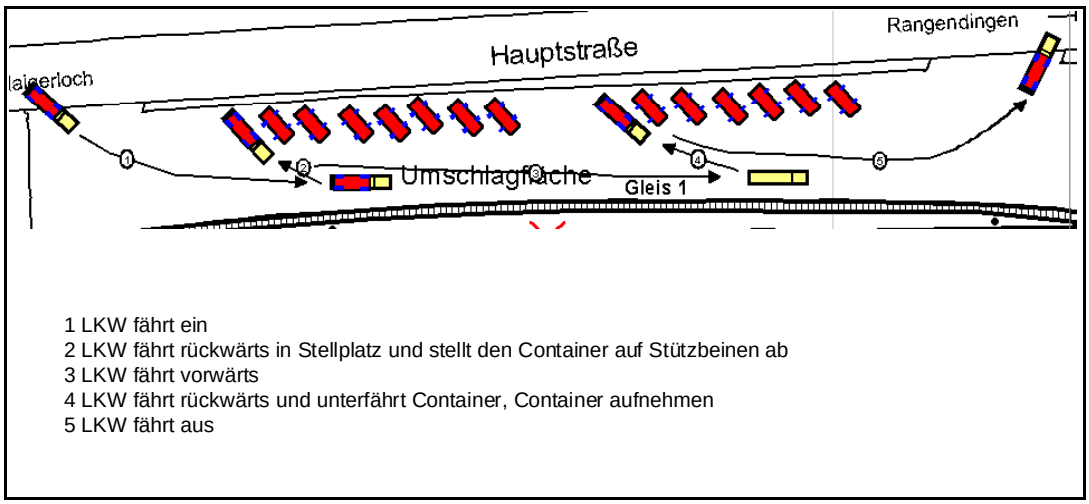

Rangendingen
Hauptstraße
laigerloch
Umschlagfläche
Gleis 1
1 LKW fährt ein
2 LKW fährt rückwärts in Stellplatz und stellt den Container auf Stützbeinen ab
3 LKW fährt vorwärts
4 LKW fährt rückwärts und unterfährt Container, Container aufnehmen
5 LKW fährt aus

Abbildung 8-4: LKW Abfertigung im Materialflusskonzept 5

Im Vergleich mit der Anschaffung eines Containerstaplers oder gar eines Containerkrans ist die Investitionssumme sehr gering. Auch muss nur maximal einer der Lastkraftwagen mit einem Mobiler ausgestattet werden, da die LKW-Abfertigung mit LKW ohne Zusatzausstattung erledigt werden kann. Vorteilhaft ist zudem, dass der Mobiler-LKW während der Zeit, in der kein Zug be-/entladen werden muss nicht untätig ist, sondern mit normaler Sammeltätigkeit ausgelastet werden kann.

Materialflusskonzept 6 („Kombilifter“)

Bei diesem Konzept werden spezielle Waggons eingesetzt, die mit einer Hubeinrichtung ausgerüstet sind. Steht ein Container auf Stützbeinen auf dem Gleis, so kann der Waggon darunter geschoben werden. Hat er die richtige Position erreicht, wird der Container mittels einer Hubvorrichtung angehoben und die Stützbeine eingeklappt. In diesem Konzept wird davon ausgegangen, dass dies automatisch geschieht. Am IFT wurde eine dementsprechende Lösung entwickelt. Das „automatische Stützbein“ ist jedoch noch nicht auf dem Markt erhältlich.

Der Zug kann so mit mehreren Waggons alle Container auf einmal aufladen und ausfahren. Die Zugabfertigung verläuft somit sehr schnell.

Die LKWs setzen die Container auf Stützbeinen auf dem Umschlagplatz, nach Möglichkeit direkt auf der Schiene ab, nehmen Leercontainer, nach Möglichkeit direkt von der Schiene auf und fahren aus. Container, die nicht über der Schiene abgestellt werden können, werden in Ausnahmefällen auf Pufferplätzen abgestellt

Vor Zugankunft fährt ein LKW ein und nimmt die Leercontainer, die noch über dem Gleis stehen auf und stellt sie auf Pufferplätzen ab.

Der ankommende Zug setzt zunächst auf dem Gegengleis die geladenen Leercontainer ab und unterfährt dann mit seinen Waggons die auf dem Gleis zum Abtransport bereitgestellten Container, nimmt sie wie oben beschrieben auf und fährt ab.

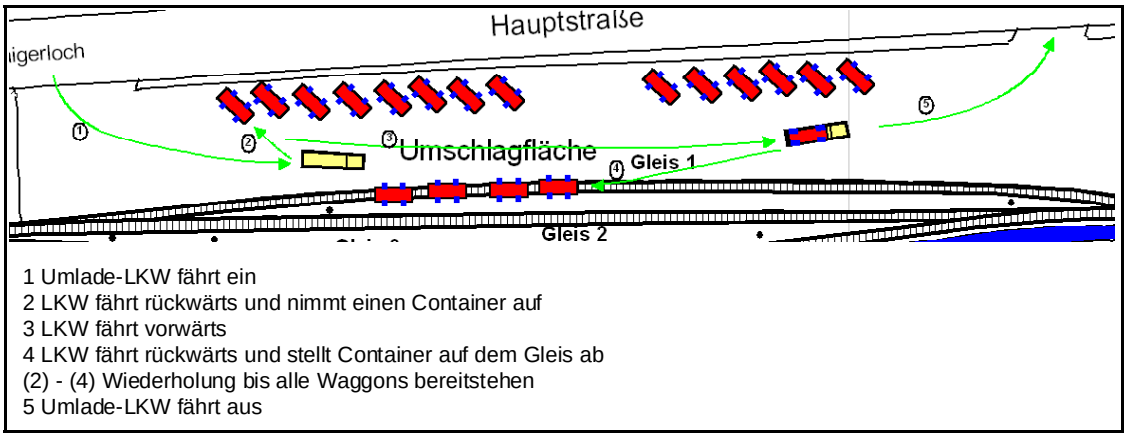

Hauptstraße
Umschlagfläche
Gleis 1
Gleis 2
1 Umlade-LKW fährt ein
2 LKW fährt rückwärts und nimmt einen Container auf
3 LKW fährt vorwärts
4 LKW fährt rückwärts und stellt Container auf dem Gleis ab
(2) - (4) Wiederholung bis alle Waggons bereitstehen
5 Umlade-LKW fährt aus

Abbildung 8-5: Materialflusskonzept 6: Bestückung des Gleises mit Containern

Um Unfälle zu vermeiden muss deshalb durch geeignete Sicherheitsmaßnahmen sichergestellt werden, dass während der Zeit in denen die LKWs die Bahnlinien kreuzen, kein Zug in den Bahnhof einfährt. Interne Untersuchungen, in Form von Simulationsexperimenten, haben gezeigt, dass es keine hier verwendbare Möglichkeit für den „Kombilifter"-Umschlag gibt, die ohne die Benutzung des Gegengleises auskommt. Dies bedeutet, dass dabei das Durchgangsgleis mehrmals gekreuzt wird.
Des Weiteren haben diese Experimente gezeigt, dass durch die Notwendigkeit zeitweise den Platz zu sperren, Wartezeiten bei der Einfahrt auf den Umschlagplatz entstehen können. Der Vorteil der entkoppelten Verkehrssysteme relativiert sich durch diese Wartezeiten.

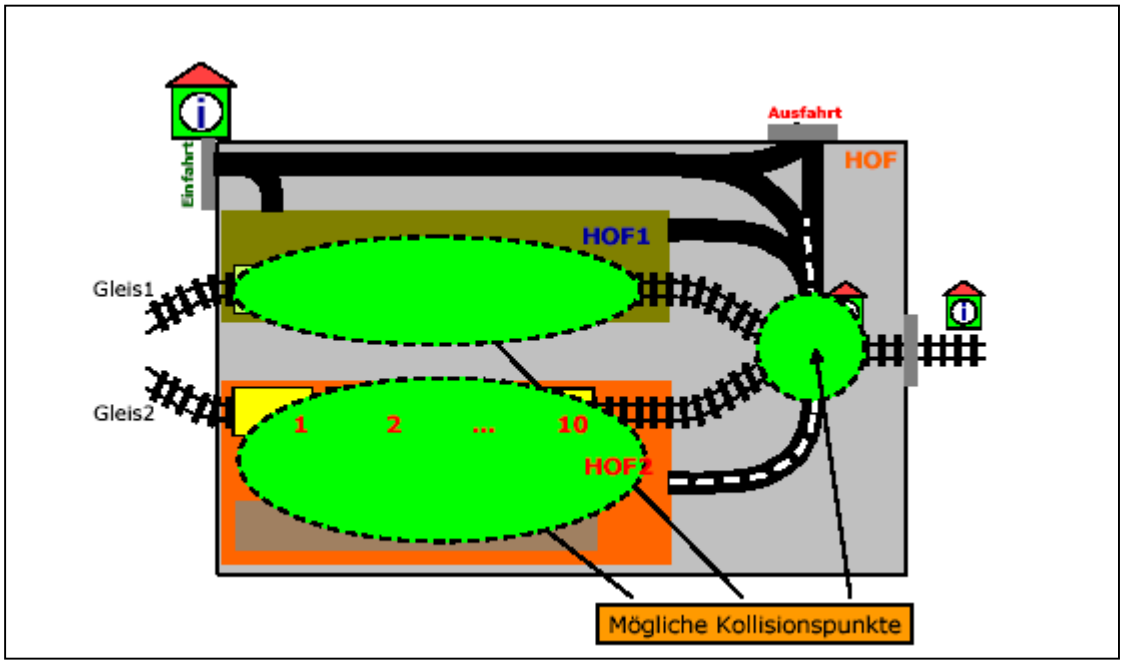


Abbildung 8-6 Mögliche Kollisionspunkte beim Kombilifter Umschlag

Bei der Umsetzung dieses Konzepts müssten keine Investitionen in externe Umschlagseinrichtungen getätigt werden. Stattdessen ist jedoch die Nachrüstung der Containerwaggons mit einer Hubeinrichtung erforderlich. Weiterhin fallen Investitionskosten an, um Sicherungsanlagen zu installieren, die vor einer Kollision eines durchfahrenden Zugs mit sich auf dem Gleis befindlichen LKWs oder schräg stehenden Containern schützen. Um ein ebenes Rangieren der Laster auf dem Gleis zu ermöglichen, ist es zudem erforderlich, den Schienenzwischenraum zu teeren bzw. mit Beton auszufüllen (ähnlich einem Straßenbahngleis).

Aufgrund der hohen Genauigkeit, mit der die Container auf dem Gleis platziert werden müssen, dauert die Be-, und Entladung der Gleise verhältnismäßig lange. Dieser Nachteil könnte jedoch durch den Einsatz von automatischen Rückwärtsfahrsystemen, wie sie am IFT entwickelt wurden, deutlich verringert werden. vgl. \Bührer1996\

8.4 Wirtschaftliche Vorteile durch die Integration

In diesem Kapitel werden nun die Kosten der im vorigen Kapitel dargestellten Schnittstellen behandelt. Es wird hierbei insbesondere auf die Kostenvorteile durch höhere Umschlagszahlen bei einer Integration in die allgemeine Güterverkehrslogistik eingegangen.

Zugrunde liegende Daten

Zur Bewertung der einzelnen Konzepte wurden die folgenden Werte verwendet.
Die globalen Berechnungsgrundlagen wie auch die im Folgenden dargestellten konzeptspezifischen Angaben beruhen auf Literaturwerten, Messegesprächen und Gesprächen mit Mitarbeitern von Speditionen, Händlern und Herstellern. In der folgenden Abbildung ist das Ergebnis der Untersuchungen dargestellt.

Tabelle 8-2: Kalkulationsgrundlagen für den Musterumschlagplatz

Grunddaten			
Arbeitstage pro Jahr	250	Tage / Jahr	Berechnung [1]
Abschreibungsdauer für Umschlagseinrichtungen, Baumaßnahmen	5	Jahre	Festlegung
Abschreibungsdauer für Dieselloks, Containerwaggons	20	Jahre	Festlegung
Zinssatz zur Berechnung der Kapitalkosten	8,0	%	Literaturwert [2]
tägliche Öffnungszeit des Platzes	8	Stunden	Festlegung
maximale tägliche Einsatzdauer der Fahrzeuge (Diesellok, Tragwagen, LKW)	16	Stunden	Festlegung
Anzahl Container je Waggon	2		Festlegung
Anzahl Container je LKW	2		Festlegung
Anzahl Züge pro Tag	1		Festlegung
Dieselpreis je Liter	0,90	Euro / Liter	aktueller Preis
Wartungs-, Reparaturkosten (pauschal) (in % der Investitionskosten pro Jahr)	4,4	%	begründete Schätzung [3]
Personalkostensatz je Stunde	40	Euro	Schätzung
Investitionskosten			
LKW mit Anhänger und Hubeinrichtung	110.000	Euro	Anruf Autohändler
Diesellok	1.700.000	Euro	Auskunft HZL (Hr. Weckerle)
Containerwaggon	75.000	Euro	Auskunft HZL (Hr. Weckerle)
Sonstiges			
Treibstoffverbrauch LKW im Rangierbetrieb	14	Liter / Stunde	begründete Schätzung [4]
Dauer Containerumschlag über Stützbeine (2 Container abstellen, 2 neue aufnehmen)	30	Minuten	Dissertation Bührer [5]

Abgeleitete Werte:		
maximale gesamte Betriebsdauer der Umschlagseinrichtungen	1.250	Tage
	1.200.000	Minuten
maximale gesamte Einsatzdauer Baumaßnahmen, Dieselloks, Waggons	5.000	Tage
	4.800.000	Minuten
Abschreibung LKW je Minute	0,09	Euro / Minute
Abschreibung Dieselok je Minute	0,35	Euro / Minute
Abschreibung Containertragwagen je Minute	0,02	Euro / Minute
Personalkosten je Minute	0,67	Euro / Minute
Treibstoffkosten LKW je Minute	0,21	Euro / Minute

1) 365 Tage - 53*2 Wochenendtage - ca. 11 250 Tage

2) vgl. Warnecke u.A., Kostenrechnung für Ingenieure, 1996, S. 66

3) Info Daimler-Chrysler Niederlassung Stuttgart: Betriebskosten LKW 3500 Euro/Jahr, Basis: Anschaffungspreis 80000 Euro --> Betriebskosten ca. 4,4% pro Jahr

4) 35 Liter / 100 km, durchschnittlich 40 km/h --> 14 Liter / Stunde

5) vgl. Bührer, Klaus, Automatischer Schnellumschlag von Wechselbehältern, S. 25

Bewertung des Konzepts 4 („integrierte Kleinmengenanlieferung“)

Die Personalkosten für den Staplerfahrer werden hier als variable Kosten angesehen, da dieser in der Zeit, in der er nicht mit eigentlichen Umschlagsplatz-Aufgaben beschäftigt ist, die Kleinmengenanlieferung (mit) verwaltet. Es wird davon ausgegangen, dass der Containerstapler zu 20 % durch die Kleinmengenanlieferung ausgelastet ist, so dass nur 80 % der Abschreibungskosten auf die Umschlagsvorgänge verrechnet werden. Dieses Konzept wurde einmal mit FAST und einmal ohne FAST berechnet.

Werden die LKW in diesem Konzept mit dem am IFT entwickelten FAST-System ausgestattet (automatisches Rückwärtsfahren, automatisches Stützbein, etc.), so verringert sich die Umschlagszeit beim Stützbeinumschlag deutlich. Die zusätzlichen Investitionskosten sind dabei recht gering: Bei der Berechnung wird davon ausgegangen, dass ca. 10 % der anliefernden LKW kein FAST System haben und damit eine längere Umschlagsdauer. Die eigenen LKW benötigen für den Umschlagsvorgang lediglich 10 Minuten.

Werden also z. B. am Tag 10 Containerumschläge durchgeführt, so betragen die täglichen Prozesskosten 545 Euro. Die sich ergebenden Gesamtprozesskosten und die Kosten je Umschlag in Abhängigkeit von der Anzahl der täglichen Containerumschläge sind in Abbildung 8-7 mit und ohne FAST dargestellt.

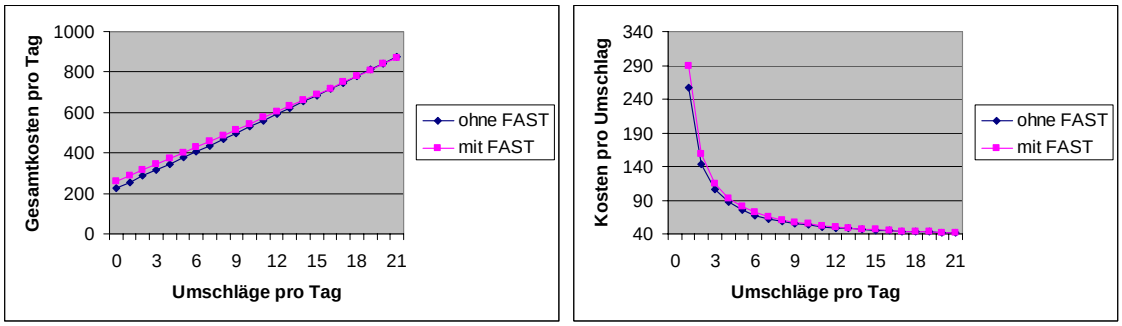


Abbildung 8-7: Kostenvergleich Materialflusskonzept 4 mit und ohne FAST-Ausrüstung der Fahrzeuge

Bewertung des Materialflusskonzepts 5 („Mobiler“)

Werden die LKWs im Mobiler-Konzept mit dem am IFT entwickelten FAST-System ausgestattet (automatisches Rückwärtsfahren, automatisches Stützbein, etc.), so verringert sich die Umschlagszeit beim Stützbeinumschlag deutlich.

Bewertung des Materialflusskonzepts 5 („Mobiler“) mit FAST-Ausrüstung der eigenen LKW

Bei der Berechnung wird davon ausgegangen, dass ca. 10 % der anliefernden LKW keine der regelmäßig anliefernden Hausmüll-Transporter sind, sondern von Fremdfirmen stammen. Da diese im Regelfall nicht mit dem FAST-System ausgestattet sind, wird für sie weiterhin eine Umschlagsdauer von 30 Minuten angenommen. Die eigenen LKWs benötigen für den Umschlagsvorgang lediglich 10 Minuten.

Werden z. B. täglich 10 Containerumschläge durchgeführt, so betragen die Gesamtkosten 463 Euro. Die Kosten je Umschlag belaufen sich somit auf 46,30 Euro. Pro Umschlag werden also im Vergleich zum ursprünglichen Konzept 11,10 Euro gespart. Dies führt zu einer jährlichen Ersparnis von ca. 28.000 Euro.

Die sich ergebenden Gesamtkosten und die Kosten je Umschlag in Abhängigkeit von der Anzahl der täglichen Containerumschläge sind in Abbildung 8-8 dargestellt. Zum Vergleich wurden zusätzlich die entsprechenden Werte des ursprünglichen „Mobiler“-Konzepts eingefügt.

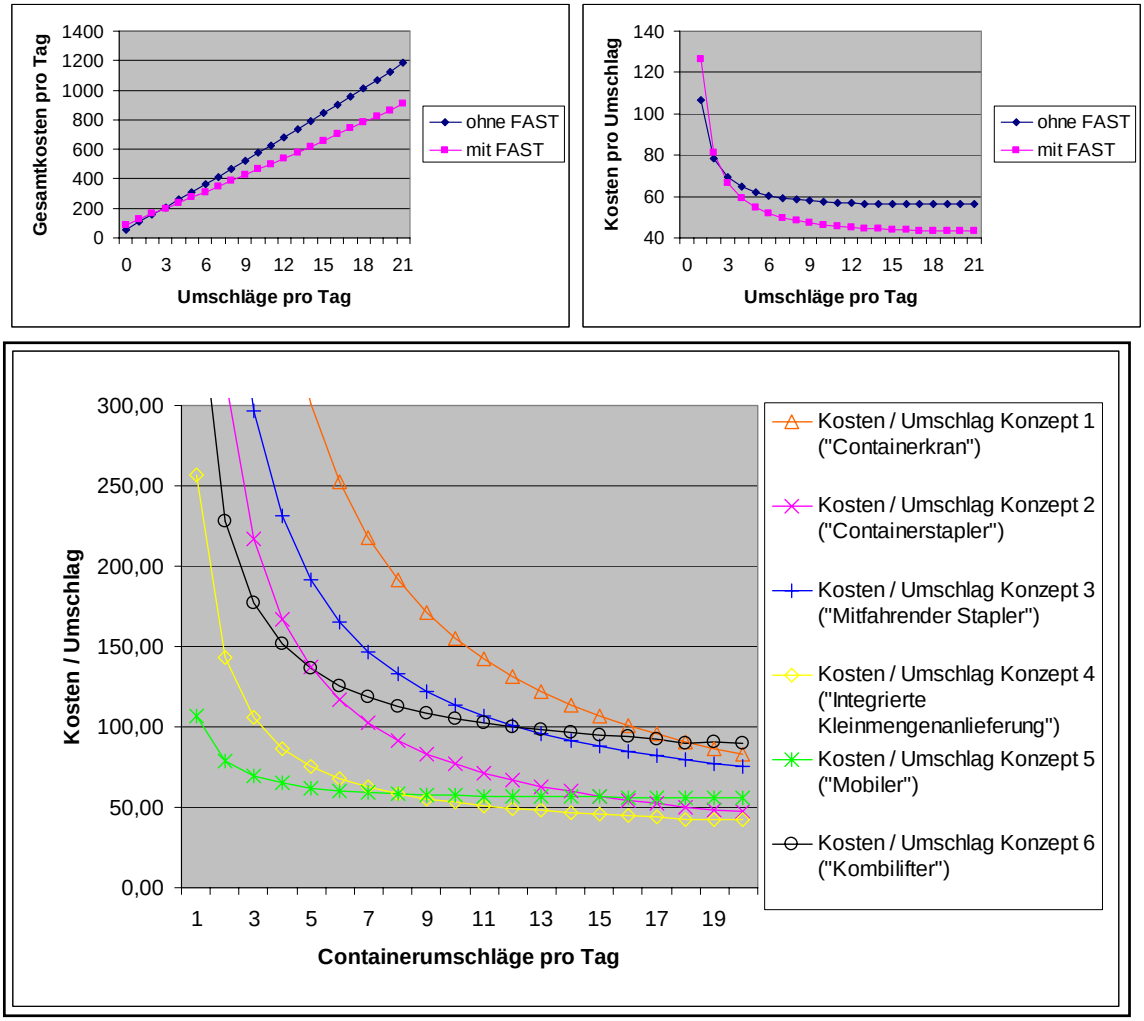


Abbildung 8-8: Gesamtkosten pro Containerumschlag in der Modellrechnung

Als Ergebnis zeigt sich ein deutliches Absinken der Kosten pro Umschlag bei steigenden Umschlagszahlen, für alle Umschlagsysteme. Durch die Integration in die allgemeine Verkehrslogistik erhöht sich die Anzahl der Umschläge für jeden Umschlagplatz. Die Kosten pro Umschlag lassen sich dadurch deutlich reduzieren. Weitere Kosteneinsparungen werden bei der Integration in die allgemeine Güterverkehrslogistik durch Automatisierungsmöglichkeiten erzielt, die ebenfalls erst durch größere Stückzahlen wirtschaftlich werden. Weitere Kostenvorteile, die im Rahmen dieser Modellrechnung nicht ermittelt werden konnten, sind die Nutzung von freien Kapazitäten und die erweiterten Möglichkeiten für eine Rückfracht.

9 Evaluation der Maßnahmen

9.1 Umweltwirkungen

9.1.1 Methodik

Die Umweltwirkungen der Transportkette werden durch die Berechnung der jeweiligen Energieaufwendungen und der dadurch bedingten Emissionen ermittelt. Zudem erfolgt eine Differenzierung dieser Sachbilanzparameter nach ihrer Entstehung, entweder direkt bei der Fahrt, oder indirekt durch die Bereitstellung von Energie, Fahrzeugen und Infrastruktur.

9.1.1.1 Untersuchte Wirkungskomponenten

Die folgenden Wirkungskomponenten spielen eine große Rolle beim Schutz von Klima sowie der menschlichen Gesundheit und werden deswegen genauer untersucht.

Energieaufwendung

Die Energieaufwendung lässt sich einfach und direkt messen, wodurch ein leichter Vergleich der einzelnen Verkehrsmittel möglich ist. Zudem lassen sich aus dem Energieverbrauch die entstehenden Emissionen meist quantitativ abschätzen. Daher wird die Energieaufwendung mit in die Liste der untersuchten Parameter mitaufgenommen, obwohl sie an sich keine unmittelbare Umweltwirkung darstellt.

Kohlendioxid (CO_2)

CO_2 ist ein klimawirksames Gas, dessen Konzentrationsanstieg in der Atmosphäre den sog. „Treibhauseffekt“, mit dem die anthropogen begründete Erwärmung der Atmosphäre beschrieben wird, maßgeblich mitverursacht. Durch diese Klimaänderung entstehen möglicherweise Naturkatastrophen. Der Reduzierung der Freisetzung von CO_2 gilt daher ein Hauptaugenmerk des Klimaschutzes.

Da die beschriebenen Umweltwirkungen des CO_2 langfristig sind, ist für deren Beurteilung die Freisetzung aller Kohlenstoffatome, die im weiteren Verlauf zu CO_2 reagieren, bedeutsam und nicht nur die unmittelbar direkten Emissionen von CO_2 am Ende des Verbrennungsvorganges. Daher kann die CO_2-Freisetzung als zum Kraftstoffverbrauch proportional angenommen werden.

Kohlenmonoxid (CO)

Die Wirkung von CO ist überwiegend lokaler Art. Es wirkt direkt auf die menschliche Gesundheit. Da es den Sauerstoff im Blut ersetzt, führt es im Extremfall zu Erstickung.

CO entsteht bei unvollständiger Verbrennung, konnte aber bei Ottomotoren durch den Einsatz von Katalysatoren stark reduziert werden.

Kohlenwasserstoffe (VOC bzw. HC)

VOC ist ein Sammelbegriff, der alle Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff beinhaltet. Die VOC gelten teilweise als giftig oder kanzerogen. Zudem tragen sie zum Sommersmog bei, indem sie die bodennahe Ozonbildung begünstigen.

Zwei wichtige Komponenten im Zusammenhang mit Verkehr sind Benzol und Methan (CH_4). Benzol wirkt lokal giftig und ist kanzerogen, spielt bei Dieselmotoren jedoch eine untergeordnete Rolle. Methan ist ungiftig, birgt aber ein sehr hohes Treibhauspotential.

VOC- Emissionen entstehen durch unvollständige Verbrennung und durch Verdampfung von Kraftstoff.

Stickoxide (NO_X)

Unter dem Begriff Stickoxide werden Stickstoff-Sauerstoff-Verbindungen (NO, NO_2) zusammengefasst. NO_X wirkt einerseits lokal als Reizgas für die Atemwege, andererseits auch regional als Ozonbildner. NO_X reagiert mit Wasser sauer und oxidierend. Es trägt zur Versauerung und Eutrophierung der Böden bei.

Partikel

Partikelstaub besteht aus Ruß, der bei der unvollständigen Verbrennung freigesetzt wird, sowie aus kanzerogenen Schwermetallen und aromatischen Kohlenwasserstoffen, die durch Abrieb von Bremsscheiben oder Reifen entstehen. Im Folgenden werden nur die Rußpartikel betrachtet, die bei der Dieselverbrennung entstehen. Partikel von einem Durchmesser kleiner als 10 µm werden als lungengängig bezeichnet und gefährden die Gesundheit der Menschen.

Alle genannten Emissionen entstehen nicht nur direkt am Fahrzeug sondern auch indirekt durch die Energiebereitstellung und die Herstellung, Instandhaltung und Entsorgung von Fahrzeugen sowie Infrastruktur.

9.1.1.2 Entstehungskomponenten

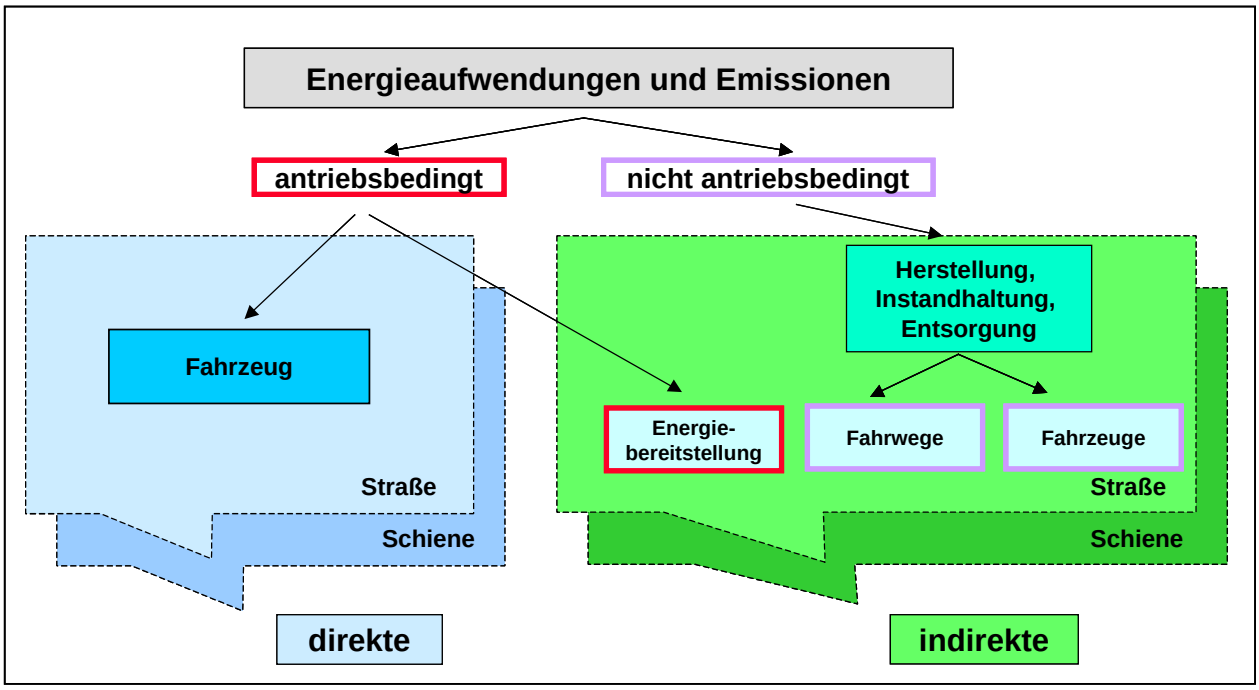


Abbildung 9-1: Entstehungskomponenten

Untersucht werden die antriebsbedingten und nicht antriebsbedingten Emissionen (vgl. Abbildung 9-1) der verschiedenen Transportketten, sowohl für den Transport ausschließlich auf der Straße als auch für die Transporte auf der Schiene. Die antriebsbedingten Emissionen umfassen die direkt am Fahrzeug emittierten Schadstoffe und die durch die Bereitstellung von Kraftstoff verursachten Komponenten. Die nicht antriebsbedingten Emissionen und Energieaufwendungen rühren aus der Herstellung, der Instandhaltung und der Entsorgung von Fahrzeugen und der Infrastruktur.
Bilanziert werden ausschließlich die Unterschiede in den Transportketten. Abläufe, die in den unterschiedlichen Konzepten gleich sind, wie etwa die Müllsammlung, werden nicht betrachtet.

Transport und Umschlag

Abbildung 9-2 zeigt ein Transportschema von der Müllsammlung bis zur Verbrennungsanlage. In beiden Konzepten wird der Müll mit den ortsüblichen Sammelfahrzeugen gesammelt und anschließend auf dem jeweiligen Müllumladeplatz in Container geladen. Beim Straßentransport folgt die Abfuhr mit Walking-Floor-Sattelzügen in die Müllverbrennungsanlage. Beim Bahnkonzept bringt ein Lastzug den Müll vom Umladeplatz zum Startbahnhof. Dort werden die Container auf Tragwagen verladen und anschließend zum Zielbahnhof gefahren. Nach einem erneuten Umschlag transportieren Lkw die Container in die Müllverbrennungsanlage.

Ebenfalls Berücksichtigung in der Bilanzierung der Wirkungskomponenten findet der Umschlag beim Bahntransport. Beim Verladen der Müllcontainer vom Lastzug auf die Bahn bzw. von der Bahn auf Lkw an den entsprechenden Bahnhöfen fallen Energieaufwendungen und Emissionen an. Angenommen wird ein fünfminütiger Leerlauf eines Lkw-Motors /Lampatzer et. al., 2000/ für den Umschlag eines mit Müll gefüllten Containers. Daraus ergibt sich ein Energieaufwand von je 14,36 MJ Diesel /Lampatzer et. al., 2000/ für einen Container. Über die Energiedichte von Diesel lässt sich die CO_2-Freisetzung ableiten. Diese beträgt pro Umschlag 64 g CO_2.

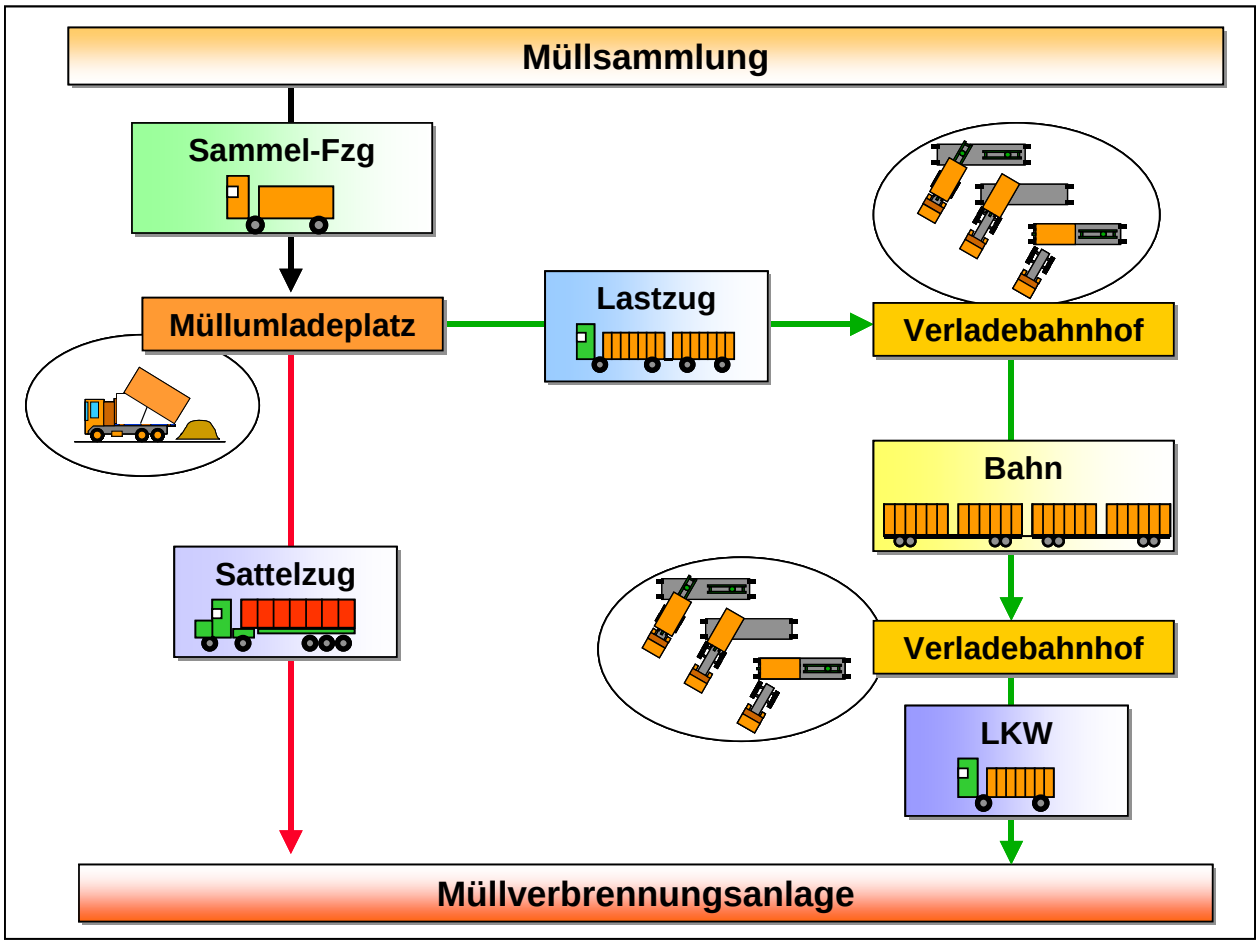


Abbildung 9-2: Ablaufschema der Müllentsorgung

Direkte Emissionen

Die direkten Emissionen des Straßentransportes werden mithilfe des Handbuches für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 1.2 des Umweltbundesamtes /Umweltbundesamt 1999/ berechnet. Dieses bietet Emissionsfaktoren differenziert nach Emissionsart, Fahrzeugkategorie, Bezugsjahr, Komponenten, Verkehrssituation und Längsneigung der Straße. Zur Berechnung werden folgende Annahmen gewählt: Ermittelt werden warme Emissionsfaktoren von Lkw, Sattelzug bzw. Lastzug für beladenen und unbeladenen Zustand im Be-

zugsjahr 2005 für die vorher dargestellten Komponenten Kraftstoffverbrauch, CO_2, CO, VOC, NO_X und Partikel. Die Daten zur Verkehrssituation und Längsneigung wurden durch Messfahrten vor Ort erhoben. Eine Relation besteht aus Hin- und Rückfahrt, im vorliegenden Projekt somit aus dem Mülltransport nach Ulm bzw. Stuttgart und der Rückfahrt zum Ausgangspunkt. Da im Rahmen von EBEK nicht von Rückfrachten ausgegangen werden kann, wurde im Rahmen dieser Untersuchung davon ausgegangen, dass die Hinfahrten im beladenen und die jeweiligen Rückfahrten im unbeladenen Zustand durchgeführt werden. Dies hat insbesondere bei den Relationen nach Stuttgart Auswirkungen, da hier ein deutliches Gefälle besteht und die beladene Fahrt tendenziell „bergab" stattfindet. Die einzelnen Relationen werden aufgeteilt in Teilstrecken mit gleicher Längsneigung, Verkehrssituation und gleichen Ladungszustand. Die eigentliche Berechnung erfolgt mit Hilfe einer ACCESS-Datenbank. Die für die jeweilige Teilstrecke ermittelten Emissionsfaktoren werden mit der Streckenlänge multipliziert. Durch Summieren der Teilergebnisse erhält man die Gesamtemission für eine Relation. Tabelle 9-1 zeigt beispielhaft eine von knapp 5.000 Werteangaben, die das Handbuch für den Fall Sattelzug im Jahre 2005 für die in EBEK untersuchten Schadstoffe bereithält.

Tabelle 9-1:Beispieltabelle Werte aus Handbuch für Emissionsfaktoren

Fahrzeug-kategorie	Bezugs-jahr	Schadstoff	Verkehrs-situation	Längs-neigung	EFA_leer	EFA_belad
SZ	2005	CO2	AB > 120	0	668,416721	849,8048

Die direkten Emissionen des Bahntransportes werden anhand von Emissionsfaktoren aus dem Energieverbrauch ermittelt. Der Energieverbrauch bei Schienenfahrzeugen ist wiederum von einer Reihe von Faktoren abhängig. Es spielen hier einerseits fahrzeugspezifische Eigenschaften der Lokomotive eine Rolle, andererseits ist der Energieverbrauch sehr stark von der Anhängelast abhängig. Diese Abhängigkeit ist auf der Schiene sehr viel größer als auf der Straße. Bedingt wird dies durch die systembedingte geringere Reibung, die zu einer besseren Energieeffizienz führt, die Verluste verringert und damit die Abhängigkeit von der Transportleistung vergrößert.

Einen weiteren Einfluss haben das Betriebsprogramm und die Streckencharakteristik, also gefahrene Geschwindigkeiten, Häufigkeit der Halte (die betriebsbedingt nötig sein können, z. B. für Überholungen) sowie Steigung und Kurvigkeit einer Strecke.

Eine genaue, fahrdynamische Verbrauchsrechnung erscheint im Rahmen des vorliegenden Projektes wenig angebracht, da bereits bei den Eingangswerten mit sehr großen Unsicherheiten zu rechnen wäre. Die Ungenauigkeiten liegen sowohl im Betriebsprogramm als auch in der verwendeten Lokomotive, die beide von der zukünftigen Entwicklung in der Auftragslage der HzL abhängen. Es wird daher – ähnlich wie bei der Vorgehensweise im Straßenverkehr – von allgemeinen Emissionsfaktoren ausgegangen, die jedoch nicht wie dort strecken-

spezifisch unterschieden werden, sondern abhängig vom größeren Einflussfaktor, der Anhängelast. Sie setzen sich zusammen aus einem Anteil pro Triebfahrzeugkilometer und einem weiteren Anteil pro Bruttotonnenkilometer. Sofern die EBEK-Transporte nicht mit einem Ganzzug durchgeführt werden, sondern integriert in die allgemeine Güterverkehrslogistik, wie dies beim Demonstrator bei den Transporten aus Sigmaringen der Fall ist, wird der Verbrauch für den Triebfahrzeugkilometer anteilig auf alle Transporte umgelegt, indem vereinfachend davon ausgegangen wird, dass der Zug 18 Wagen transportiert. Die Umlegung erfolgt dann nach der Anzahl der Wagen.

Die Verbrauchs- und Emissionsfaktoren sind dem Bewertungsverfahren für den Bundesverkehrswegeplan 1992 entnommen. Es handelt sich um die folgenden Werte. /Planco Consulting, 1993/

Tabelle 9-2: Verbrauchsfaktoren für den Bahntransport

Dieseltraktion Triebfahrzeug	**Dieseltraktion Anhängelast**
526 g/Tfzkm	3,7 g/Btkm

Tabelle 9-3: Emissionsfaktoren für den Bahntransport

	Emissionsfaktor [g/kg Diesel]
CO_2	3153
NO_X	50,3
CO	20,3
VOC	9,1
Partikel	1,4

Indirekte Emissionen

Energiebereitstellung

Die Bereitstellung von Energie bedeutet im vorliegenden Fall die Bereitstellung von Dieselkraftstoff sowohl für die Straßenfahrzeuge als auch für die Schienenfahrzeuge. Die daraus resultierenden Emissionen berücksichtigen die Förderung, den Transport und die Aufbereitung von Rohöl, sowie die Verteilung des Kraftstoffes. In früheren Forschungsvorhaben /Schmid et al. 2001/ wurden mittels einer Prozesskettenanalyse Faktoren ermittelt, die den Zusammenhang zwischen dem Kraftstoffverbrauch und den Emissionen durch dessen Bereitstellung beschreiben. Sowohl die Straßen- als auch die Schienenfahrzeuge werden mit Diesel betrieben. In Tabelle 9-4 /Schmid et. al., 2001/ sind die Faktoren für Diesel dargestellt. Für die beiden Szenarien Straße und Schiene werden in einer ACCESS-Datenbank für ein-

zelne Streckenabschnitte die zuvor ermittelten Kraftstoffverbräuche mit den jeweiligen Faktoren multipliziert und die Teilergebnisse relationsspezifisch summiert.

Tabelle 9-4: Energie- und Emissionsfaktoren zur Energiebereitstellung pro MJ bereitgestellter Energie

pro MJ	Energie [MJ]	CO_2 [g]	NO_X [mg]	CO [mg]	VOC [mg]	Partikel [mg]
Diesel	0,23	13,88	75,50	26,03	308,75	10,47

Fahrzeugbereitstellung

Die Emissionen und Energieverbräuche aus der Fahrzeugbereitstellung umfassen diejenigen Aufwendungen, die bei der Herstellung, durch Wartung und Instandhaltung, und der Entsorgung von Fahrzeugen entstehen. Mithilfe von Prozesskettenanalysen /Lampatzer et al. 2000/ wurden Faktoren berechnet, welche die spezifische Lebensfahrleistung von Fahrzeugen berücksichtigen. Werden diese Faktoren mit der Fahrtstrecke multipliziert, erhält man die Emissionen aus der Bereitstellung eines bestimmten Fahrzeuges. Diese Berechnung wird ebenfalls analog für Bahn- und Straßentransport in einer Datenbank durchgeführt. Beim Bahntransport wurden auch die jeweils benötigten Waggons bilanziert. Die in folgender Tabelle /Lampatzer et al. 2000/ aufgeführte Lok BR 218 entspricht nicht derjenigen, mit der die HzL die Transporte durchführt. Die von der HzL eingesetzten Lokomotiven D 100 BB, G 1300 BB und M 120 BB sind aber aufgrund des annähernd identischen Gewichtes durchaus vergleichbar.

Tabelle 9-5: Energie- und Emissionsfaktoren zur Fahrzeugbereitstellung pro gefahrenen km

Pro gefahrenen Kilometer	Energie [MJ]	CO2 [g]	NOX [mg]	CO [mg]	VOC [mg]	Partikel [mg]
Lkw	1,3	74	100	50	300	500
Lastzug	1,7	90	200	100	400	600
Sattelzug	2,0	114	200	100	600	800
Lok BR 218	1,56	97	170	60	440	730
Tragwagen Sss-y 715	1,84	119,2	0,24	0,05	0,70	1,44

Infrastrukturbereitstellung

Durch den Erd- und Oberbau von Straßen und Schienenwegen, durch die Breitstellung von Streckenausrüstung sowie durch den Betrieb und die Instandhaltung der Verkehrsinfrastruktur treten über die Lebensdauer Emissionen und Energieaufwendungen auf. Eine Umlegung

der Emissionen und Aufwendungen erfolgt über die Lebensdauer der Straße. Von entscheidender Rolle ist zudem die tägliche Belastung der jeweiligen Strecken, da die Emissionen und Aufwendungen über einzelne Fahrzeuge aufgeteilt werden. In die Berechnung fließen daher die Streckenbelastung und die Fahrzeugart ein. Es ergeben sich Faktoren, die einem jeweiligen Infrastrukturtyp zugewiesen sind und beschreiben wie viel pro gefahrenen Meter Weg jeweils an Energie verbraucht oder an Schadstoffen freigesetzt wird.

Für die Emissionen durch die Bereitstellung von Infrastruktur für den Straßenverkehr ist besonders zu beachten, dass Lkw die Straßen im Vergleich zu Pkw um ein Vielfaches belasten. Dieser Umstand wurde bei der Berechnung durch Multiplikation der Lkw-Fahrten mit dem Faktor 4,6 berücksichtigt /Schmid et al. 2001/. Die Emissionen durch die Bereitstellung von Straßeninfrastruktur werden unter Zuhilfenahme einer aktuellen elektronischen Straßenkarte für Baden-Württemberg (NavTech) ermittelt. In deren Datenbestand sind für einzelne Streckenabschnitte die durchschnittliche tägliche Verkehrstärke (DTV) und der jeweilige Infrastrukturtyp hinterlegt. Diese Daten werden mit den entsprechenden Faktoren aus der Prozesskettenanalyse multipliziert. Der jeweilige Emissionsfaktor wird mit der EBEK-Streckenlänge multipliziert und durch den DTV geteilt. Um ein Ergebnis für eine Relation zu erhalten, addiert man die Teilergebnisse.

Für den Bahntransport wird entsprechend vorgegangen. In eine ACCESS-Datenbank werden die Infrastrukturtypen aus dem Eisenbahnatlas Deutschland, die erhobenen Belastungen und die Streckenlänge eingegeben. Den entsprechenden Faktor multipliziert man mit der Teilstreckenlänge und teilt durch die Belastung. Die aufsummierten Teilergebnisse ergeben die Gesamtemissionen, verursacht durch die Bereitstellung von Infrastruktur für eine Relation.

Die folgende Tabelle /Schmid 2003/ gibt einen Überblick über die Energie- und Emissionsfaktoren zur Infrastrukturbereitstellung pro einen Meter Weg und Tag.

Tabelle 9-6: Energie- und Emissionsfaktoren zur Infrastrukturbereitstellung pro 1 Meter Weg und Tag

pro 1 m Weg und Tag	**Energie [MJ]**	**CO_2 [g]**	**NO_X [mg]**	**CO [mg]**	**VOC [mg]**	**Partikel [mg]**
Bahn	1 Gleis Bahnnebenstrecke offen					
	0,979	43,9	202	600	373	201
	2 Gleise Bahnnebenstrecke offen					
	1,849	82,1	357	1178	688	392
	1 Gleis Bahnnebenstrecke Tunnel					
	5,349	444,6	1167	3054	1822	895

	2 Gleise Bahnnebenstrecke Tunnel					
	8,413	687,2	1807	4862	2864	1434
	2 Gleise Bahnhauptstrecke offen					
	1,958	111,5	382	1245	714	423
	2 Gleise Bahnhauptstrecke Tunnel					
	8,522	716,6	1832	4930	2890	1465
Straße	2 Fahrstreifen Erschließungsstraße offen					
	0,956	41,1	92	254	5889	139
	2 Fahrstreifen Hauptverkehrsstraße offen					
	1,099	48,7	110	315	7221	179
	2 Fahrstreifen Hauptverkehrsstraße Tunnel					
	37,631	1588,1	2791	6987	13589	2651
	2 Fahrstreifen Außerortsstraße offen					
	1,256	57,3	126	409	9606	229
	4 Fahrstreifen Außerortsstraße offen					
	2,096	88,8	208	437	10023	324
	2 Fahrstreifen Außerortsstraße Tunnel					
	37,787	1596,7	2807	7080	15975	2701
	4 Fahrstreifen Außerortsstraße Tunnel					
	71,507	3013,7	5302	13113	22123	5021
	4 Fahrstreifen Autobahn offen					
	3,521	161,6	358	1174	27426	670
	6 Fahrstreifen Autobahn offen					
	3,850	117,6	401	1190	27499	729

	4 Fahrstreifen Autobahn Tunnel					
	105,810	4471,9	7865	19854	45258	7591
	6 Fahrstreifen Autobahn Tunnel					
	128,058	5411,6	9517	23873	49153	9135

9.1.2 Demonstrator I (LK Tübingen, Reutlingen, ZAK)

9.1.2.1 Entsorgungsketten

Die Landkreise Reutlingen, Tübingen und Zollernalb entsorgen in die Müllverbrennungsanlage nach Stuttgart. In dem untersuchten Demonstratorkonzept verkehrt ein Zug zwischen Hechingen und Stuttgart-Münster. Je nach Konzept wird dann nur in Tübingen oder in Reutlingen und Tübingen weitere Ladung aufgenommen.
Der Müll wird mit den ortsüblichen Sammelfahrzeugen zu den Sammelplätzen auf den Deponien Hechingen, Reutlingen und Tübingen gebracht. Anschließend bringen Lastzüge den Abfall zu den Umschlagbahnhöfen, wo dieser auf den Zug der HzL geladen wird. Die Bahn startet in Hechingen, nimmt nur in Tübingen oder in Tübingen und Reutlingen weitere Müllcontainer auf und fährt dann nach Stuttgart. Schließlich wird der Müll im Bahnhof Stuttgart-Münster erneut umgeschlagen und mit Lkw in die Müllverbrennungsanlage gefahren.
Die Vergleichsvariante untersucht die Umweltwirkungen, die beim Transport des Mülls mit Sattelzügen von den Umladeplätzen auf den Deponien Hechingen, Reutlingen-Schinderteich und Dußlingen jeweils in die Müllverbrennungsanlage in Stuttgart entstehen.

9.1.2.2 Ergebnisse

Die nachfolgende Ergebnisdiskussion bezieht sich im Wesentlichen auf das klimawirksame Gas CO_2, das gemäß der Ausschreibung des Forschungsschwerpunktes im Vordergrund steht. Sowohl das CO_2, welches direkt bei der Fahrt entsteht als auch die indirekten CO_2-Emissionen werden untersucht. Die direkten und indirekten Freisetzungen ergeben den Gesamtausstoß von CO_2.
Die Ergebnisse der anderen Sachbilanzparameter werden nur kurz diskutiert. Die detaillierte Ergebnisdarstellung für die anderen Parameter befindet sich in Anhang 9-1.

Variante Umschlag in Reutlingen und Tübingen
Beim direkt freigesetzten CO_2 ist der Bahntransport in allen drei Landkreisen von Vorteil. Im Gegensatz zum Straßentransport ist ein Rückgang im Zollernalbkreis ein Rückgang von

6.432 g pro Tonne Müll auf 5.603 g zu verzeichnen. In Reutlingen beträgt die Verringerung etwa 30 % von 6.054 g CO_2 pro Tonne Müll auf 4.229 g beim Transport mit der Bahn. Für Tübingen reduziert sich der Ausstoß von 5.687 g CO_2 beim Straßentransport um 14 % auf 4.906 g CO_2 pro Tonne transportierten Müll.

Vergleicht man die gesamten CO_2-Emissionen der ganzen Systemkette ist der Unterschied zwischen Straßen- und Bahntransport geringer als beim direkt emittierten CO_2, wobei der Schienentransport weiterhin besser abschneidet. Die Differenz beträgt beim Zollernalbkreis 285 g eingespartes CO_2 pro Tonne Müll bei der Abfuhr mit der Bahn. In Reutlingen geht das CO_2 um 23 % auf 6.126 g pro Tonne zurück und in Tübingen verringert sich die Gesamtemission von CO_2 von 7.623 auf 7.132 g pro Tonne. Dies entspricht einer Reduktion von CO_2 beim Bahntransport um 6 % verglichen mit der Straße.

Abbildung 9-3 stellt die CO_2 Emissionen für die drei Landkreise des Demonstrators I mit Umschlag in Reutlingen grafisch dar.

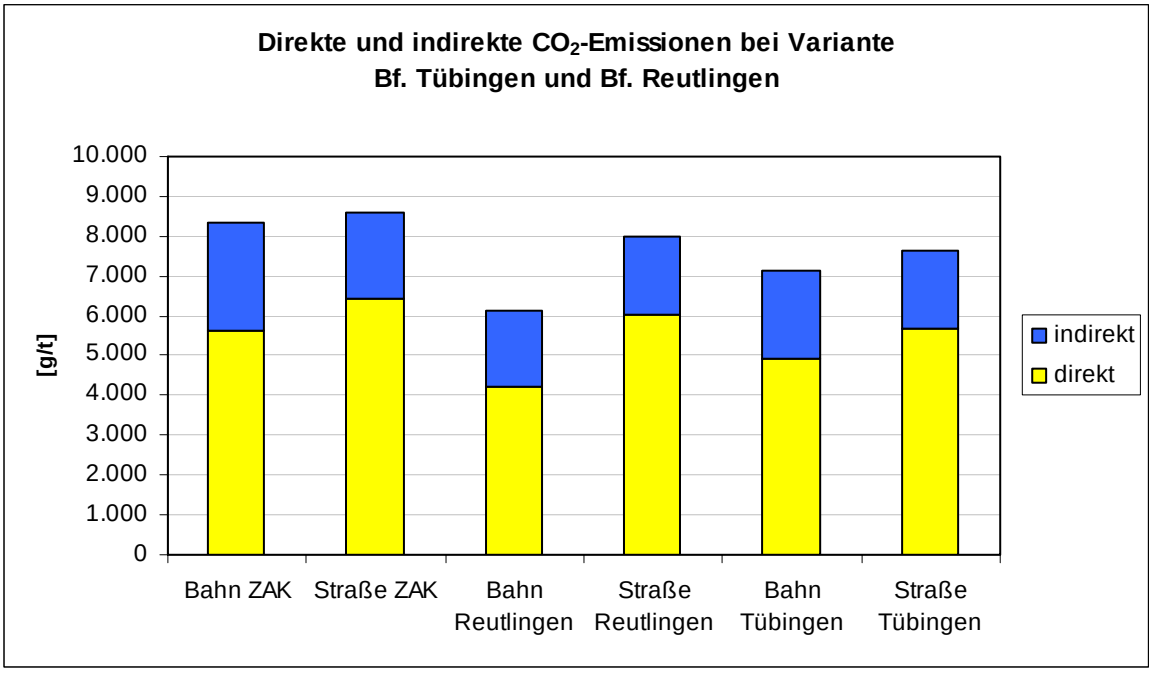


Abbildung 9-3: Vergleich der direkten und indirekten CO_2 –Emissionen für Demonstrator I mit Umschlag in Tübingen und Reutlingen

Variante Umschlag in Tübingen

Weiterhin besteht die Möglichkeit den Müll, der im Landkreis Reutlingen anfällt, am Bahnhof Tübingen umzuschlagen. Dies wird in einer zweiten Variante berechnet, wiederum getrennt betrachtet nach direkten und Gesamtemissionen.

Vergleicht man das Demonstratorkonzept mit dem Straßentransport, gehen im Zollernalbkreis und im Kreis Tübingen die direkten CO_2-Emissionen um 14 bzw. 15 % zurück. Im Landkreis Tübingen dagegen ist ein Anstieg von 6.054 g pro Tonne Müll auf 6.435 zu ver-

zeichnen. Zurückzuführen ist dies auf den relativ längeren Transport mit den Sattelzügen zum Umschlagbahnhof bei einem insgesamt relativ kurzen Abtransport zur MVA.
Wie in Abbildung 9-4 zu erkennen ist, setzt sich bei den Gesamt-CO_2-Emissionen der beobachtete Trend fort. Wiederum ist in den Landkreisen Zollernalb und Tübingen ein Rückgang des freigesetzten Schadstoffs zu beobachten. Wird der Müll über die Schiene abtransportiert, verringert sich der Ausstoß von CO_2 gegenüber dem Straßentransport im Zollernalbkreis von 8.605 g auf 8.191 g pro Tonne Müll. In Tübingen ist ein Rückgang von 8 % auf 7.037 g zu sehen. In Reutlingen jedoch steigen mit der untersuchten Variante beim Bahntransport die Emissionen pro Tonne um 15 % auf 9.203 g pro Tonne.

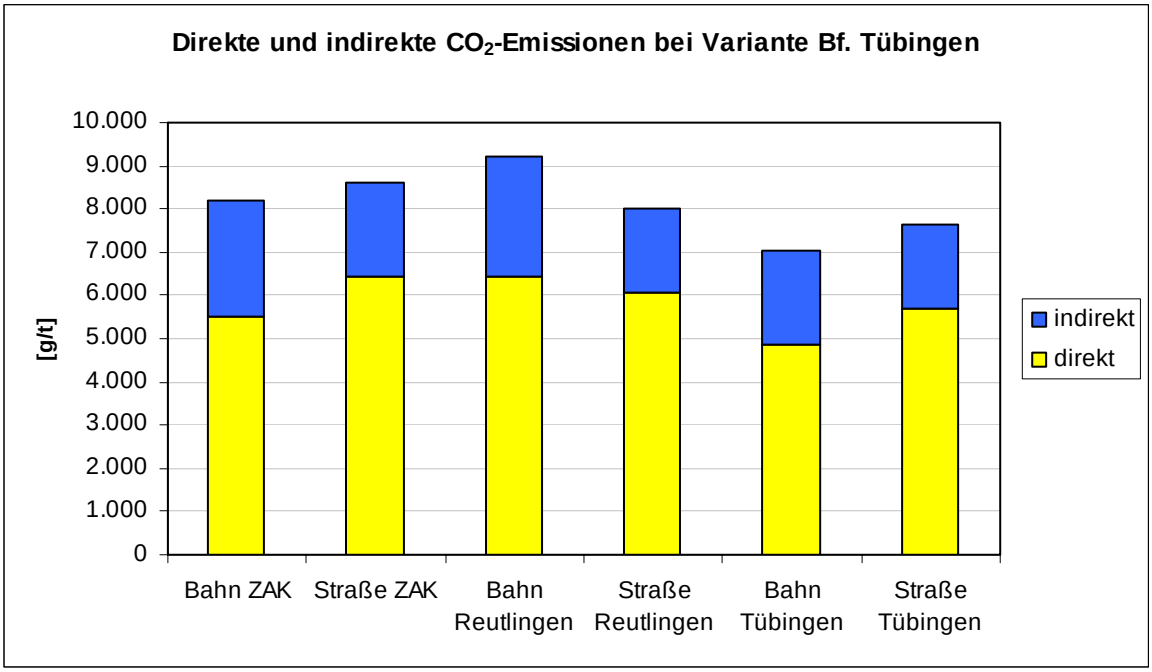


Abbildung 9-4: Vergleich der direkten und indirekten CO_2-Emissionen für Demonstrator I mit Umschlag in Tübingen

Vergleicht man die beiden Alternativen, ist der Variante mit dem Umschlag in Reutlingen der Vorzug zu geben, da hier eine deutliche Verringerung der CO_2-Freisetzung beim Demonstrator nachgewiesen werden kann. Wird der Abfall von Reutlingen dagegen in Tübingen umgeschlagen, ist ein Mehrausstoß von CO_2 für das Demonstratorkonzept für den Landkreis Reutlingen verglichen mit einem Straßentransport zu beobachten.

9.1.3 Demonstrator II (LK Sigmaringen, Tuttlingen)

9.1.3.1 Entsorgungsketten

Die Landkreise Sigmaringen und Tuttlingen entsorgen jeweils in die TAD Ulm.

Im Landkreis Tuttlingen gibt es zwei Deponien, die als mögliche Müllsammelpunkte in Frage kommen. Für die Müllsammelfahrzeuge besteht die Möglichkeit entweder die Deponie Talheim oder die Deponie Hasenholz anzufahren. Dort wird der Abfall in Container verladen und mit Lastzügen zum Bahnhof Immendingen gebracht. Von Immendingen folgt der Bahntransport mit der HzL nach Ulm Güterbahnhof, wo ein Transport mit Lastzügen in die TAD folgt. In den untersuchten Konzepten startet von Tuttlingen einmal wöchentlich ein Ganzzug mit 26 Wagen und zwei Loks nach Ulm.
Für Sigmaringen werden mehrere Varianten vorgeschlagen. Im Kreis gibt es zwei Deponien, eine in Ringgenbach und eine in Bad Saulgau, wo jeweils 50 % des Mülls gesammelt werden. Dieser wird anschließend auf Lastzügen zum Umschlagbahnhof gebracht. Entweder erfolgt die Abfuhr des Abfalls zum Bahnhof Mengen oder zum Bahnhof Hanfertal. Weitere Varianten sehen vor, den Müll jeweils direkt von den Sammelstellen in Ringgenbach oder Bad Saulgau zu unterschiedlichen Bahnhöfen zu bringen und dort umzuschlagen. Es besteht die Möglichkeit, den Müll von Ringgenbach in Mengen zu verladen und den Abfall aus Bad Saulgau im dortigen Bahnhof, oder den Abfall von Ringgenbach nach Hanfertal und von Bad Saulgau nach Mengen zu transportieren. Eine weitere Alternative sieht einen Lastzugtransport von Ringgenbach nach Krauchenwies und von Bad Saulgau zum dortigen Bahnhof vor. Von den jeweiligen Verladebahnhöfen folgt der Transport mit der Hzl nach Ulm. In Ulm wird der Müll auf Lastzüge umgeschlagen und in die TAD Ulm transportiert. In Sigmaringen erfolgt eine tägliche Abfuhr mit Tragwagen, die in Güterzüge der Hzl integriert werden.
Die Vergleichsvarianten untersuchen den Straßentransport mit Sattelzügen von den Deponien Tuttlingen Talheim bzw. Tuttlingen Hasenholz nach Ulm. Im Landkreis Sigmaringen wird der in Ringgenbach gesammelte Müll nach Bad Saulgau gebracht. Von dort wird der Müll, der im Kreis Sigmaringen anfällt, mit Sattelzügen zur Müllverbrennungsanlage Ulm transportiert.

9.1.3.2 Ergebnisse

Die Ergebnisdarstellung beschränkt sich im Wesentlichen gemäß den Forschungsschwerpunkt auf die klimaschädlichen CO_2-Freisetzungen. Sowohl das CO_2, welches direkt bei der Fahrt entsteht, als auch die indirekten CO_2-Ausstöße werden untersucht. Die direkten Emissionen addiert mit den indirekten Emissionen ergeben die gesamten CO_2-Emissionen.
Die übrigen Sachbilanzparameter werden nur kurz diskutiert. Die detaillierte Ergebnisdarstellung für die übrigen Wirkungskomponenten findet sich in Anhang 9-1.

Landkreis Tuttlingen
Für beide mögliche Entsorgungswege weist der Bahntransport insgesamt eine ungünstigere CO_2-Bilanz auf.

Beim direkt entstehenden CO_2 ist für die Variante Tuttlingen Talheim ein CO_2-Vorteil von 3 % zugunsten des Demonstratorkonzeptes zu verzeichnen. Für den Transport ab Hasenholz ergibt sich ein Rückgang von 11.176 g pro Tonne transportierten Mülls auf 10.891 g.
Betrachtet man dagegen die Gesamtemissionen ergibt sich ein neues Bild. Wie in Abbildung 9-5 zu erkennen ist, liegen die Summen der direkten und indirekten Emissionen beim Bahntransport um 2 bzw. 3 % höher verglichen mit dem Abtransport über die Straße.

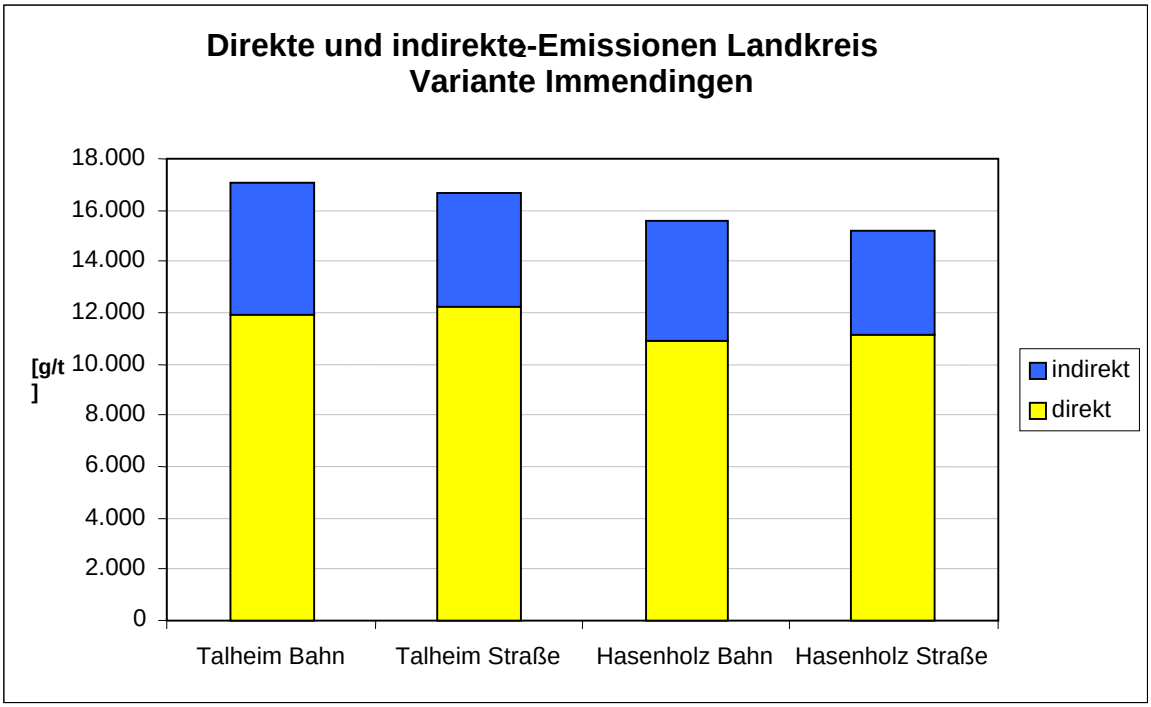


Abbildung 9-5: Vergleich der direkten und indirekten CO_2-Emissionen für den Demonstrator II, Varianten Immendingen Bahnhof

Vergleicht man die beiden Entsorgungsvarianten Talheim und Hasenholz für Tuttlingen, ist der Alternative Hasenholz der Vorzug zu geben, da hier die geringeren Emissionen des schädlichen Klimagases CO_2 auftreten.
Wird durch einen Umbau des Tuttlinger Bahnhofs die Möglichkeit geschaffen, die Müllcontainer von dort direkt nach Ulm abzutransportieren, verbessert sich die Emissionssituation erheblich. Die folgende Abbildung zeigt, dass die CO_2-Freisetzungen beim Bahntransport niedriger liegen als bei einem Transport über die Straße. Wiederum schneidet die Variante Hasenholz besser ab als die Variante Talheim.

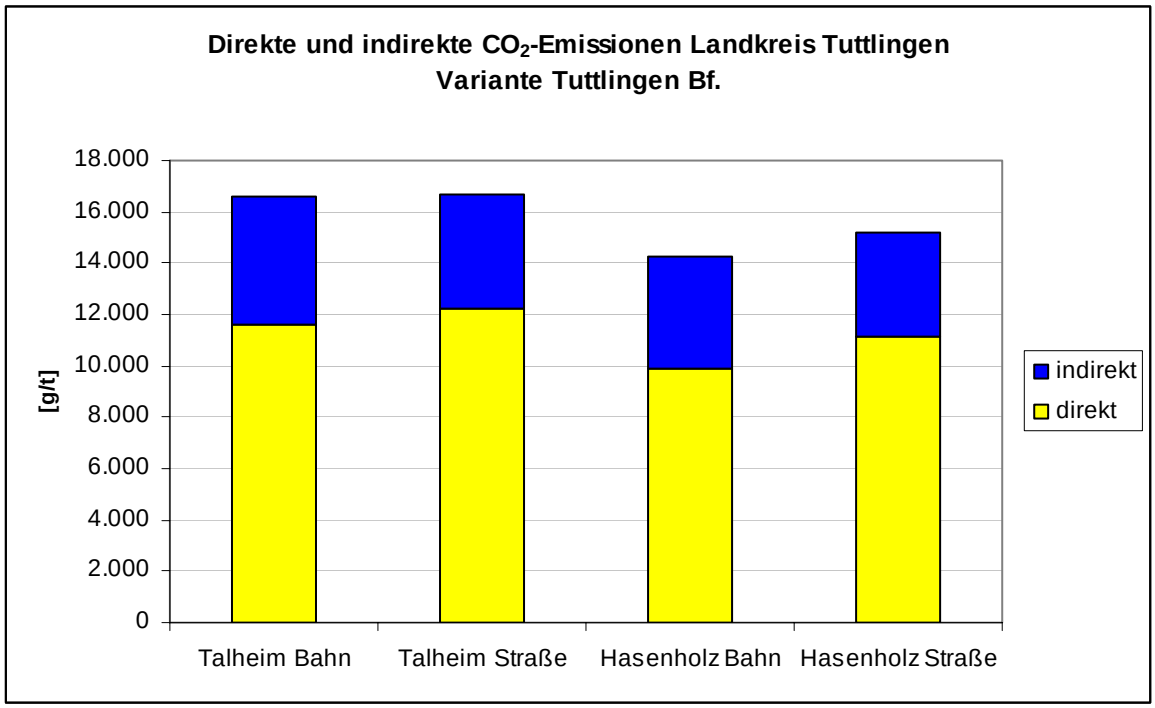


Abbildung 9-6: Vergleich der direkten und indirekten CO_2-Emissionen für den Demonstrator II, Varianten Tuttlingen Bahnhof

Landkreis Sigmaringen

Für Sigmaringen werden ebenfalls mehrere Varianten untersucht.

Eine erste Variante geht von einem Transport des ganzen gesammelten Abfalls zum Bahnhof Mengen aus. Von dort fährt ihn die Hzl nach Ulm. In diesem Fall verringert sich, verglichen mit dem Transport über die Straße, das CO_2-Aufkommen von 9.779 g pro Tonne Müll auf 7.912 g pro Tonne.

Noch deutlicher ist die Differenz zwischen Demonstratorkonzept und Straßentransport bei der Variante mit einem Transport des in Simaringen gesammelten Mülls ab dem Bahnhof Mengen und des in Bad Saulgau gesammelten ab dem dortigen Bahnhof. Hier beträgt der Rückgang der CO_2-Emissionen 28 %.

Wird dagegen der komplette Abfall vom Bahnhof Hanfertal transportiert, verschlechtert sich die CO_2-Bilanz des Demonstrators. Bei dieser Variante schneidet der Straßentransport besser ab. Beim Bahntransport werden pro Tonne transportierten Mülls 1.049 g CO_2 mehr emittiert. Dies ist auf die langen Anfahrtswege des Mülls aus Bad Saulgau zurückzuführen. Der Abfall aus Bad Saulgau wird einen Teil der Strecke gegen die Entsorgungsrichtung transportiert, nämlich nach Hanfertal mit dem Lastzug und auf ähnlichem Weg wieder zurück mit dem Zug.

Bei einem Bahntransport des Ringgenbacher Mülls vom Bahnhof Hanfertal und des Bad Saulgauer Mülls von Mengen ist der Demonstrator bezüglich der direkten CO_2-Emissionen

ebenfalls im Nachteil. Pro Tonne transportierten Abfalls werden 78 g oder 1 % mehr des schädlichen Klimagases freigesetzt.

Die Variante Transport zur TAD Ulm von Krauchenwies und Bad Saulgau schneidet am besten ab. Der Ausstoß des direkten CO_2 verringert sich von 9.779 g auf 6.707 g pro Tonne Müll, was einen Rückgang um 31 % beim Bahnkonzept gegenüber dem Straßentransport bedeutet.

Betrachtet man das gesamte emittierte CO_2, so ergibt sich ein ähnliches Bild.

Das Entsorgungskonzept, das eine Abfuhr des gesammelten Abfalls mit der Bahn ab Mengen vorsieht, emittiert um 2.363 g weniger CO_2 pro transportierter Tonne.

Bei der Variante Transport des Ringgenbacher Mülls vom Bahnhof Mengen und des in Bad Saulgau gesammelten Abfalls vom dortigen Bahnhof ist der Demonstrator mit 3.190 g CO_2 pro Tonne im Vorteil, verglichen mit einem Transport zur TAD mit Sattelzügen.

Wiederum schneidet die Variante Hanfertal am schlechtesten ab. Hier übersteigen die CO_2-Emissionen des Bahntransportes diejenigen des Entsorgungskonzeptes auf der Straße um 11 %.

Ebenfalls eine für die Bahn ungünstige Bilanz weist die Variante Hanfertal und Mengen vor. Pro transportierter Tonne Abfall werden 191 g mehr CO_2 freigesetzt.

Ähnlich gut wie die Variante Mengen und Bad Saulgau ist die Variante Krauchenwies und Bad Saulgau. Das Demonstratorkonzept emittiert pro transportierter Tonne Müll nur 10.542 g CO_2, der Transport über die Straße dagegen würde 13.723 g/t freisetzen.

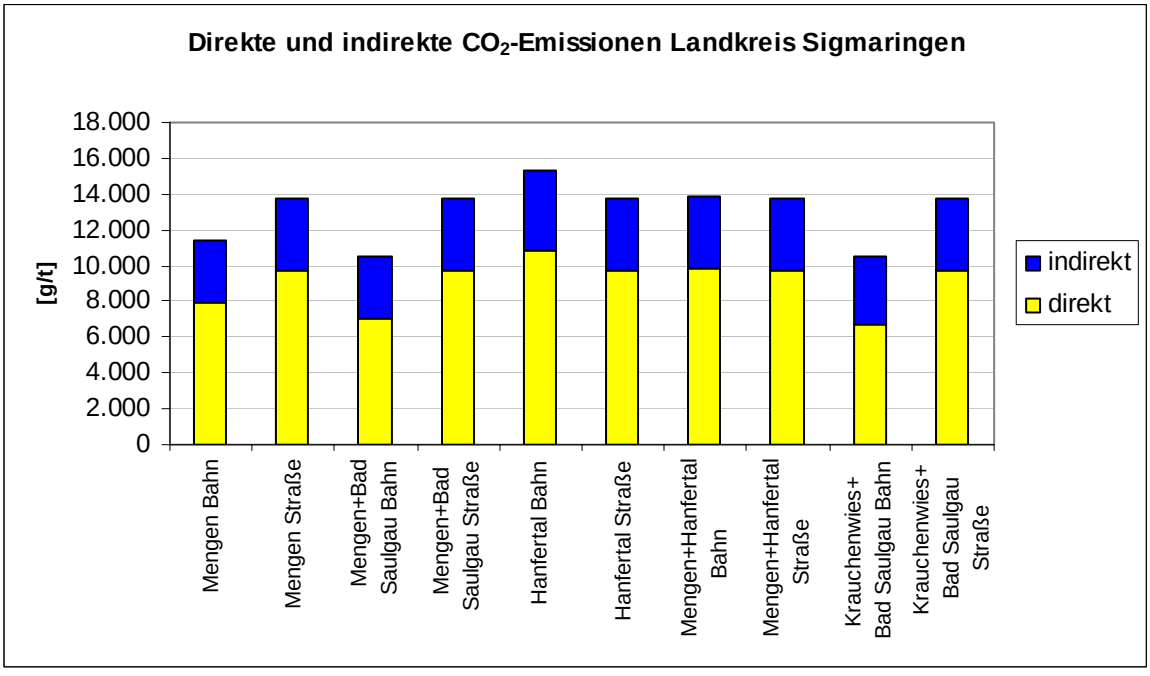


Abbildung 9-7: Vergleich der direkten und indirekten CO_2-Emissionen für den Demonstrator II, Varianten Sigmaringen

Werden die Varianten verglichen, ist festzuhalten, dass keinesfalls die Variante Hanfertal gewählt werden sollte. In diesem Vorschlag sind die Emissionen des Bahntransportes erheblich höher als die des Straßentransportes. Am besten schneidet die Alternative Mengen und Bad Saulgau ab, gefolgt von der Variante Krauchenwies und Bad Saulgau Die Gesamtemissionen liegen bei beiden Alternativen etwa ähnlich niedrig.

Landkreis Biberach

Im Landkreis Biberach kommt für die Bahnverladung nur der Bahnhof Biberach in Betracht. Allerdings ist hier schon augenscheinlich zu erkennen, dass die Bahnvariante in ökologischer Hinsicht kaum besser abschneiden kann. Die Entfernung von der Deponie zur TAD Ulm ist zu gering, als dass hier ein Transport nach Biberach und ein zusätzlicher Umschlag lohnen kann. Dementsprechend fallen die Ergebnisse aus, die im Folgenden dargestellt werden.

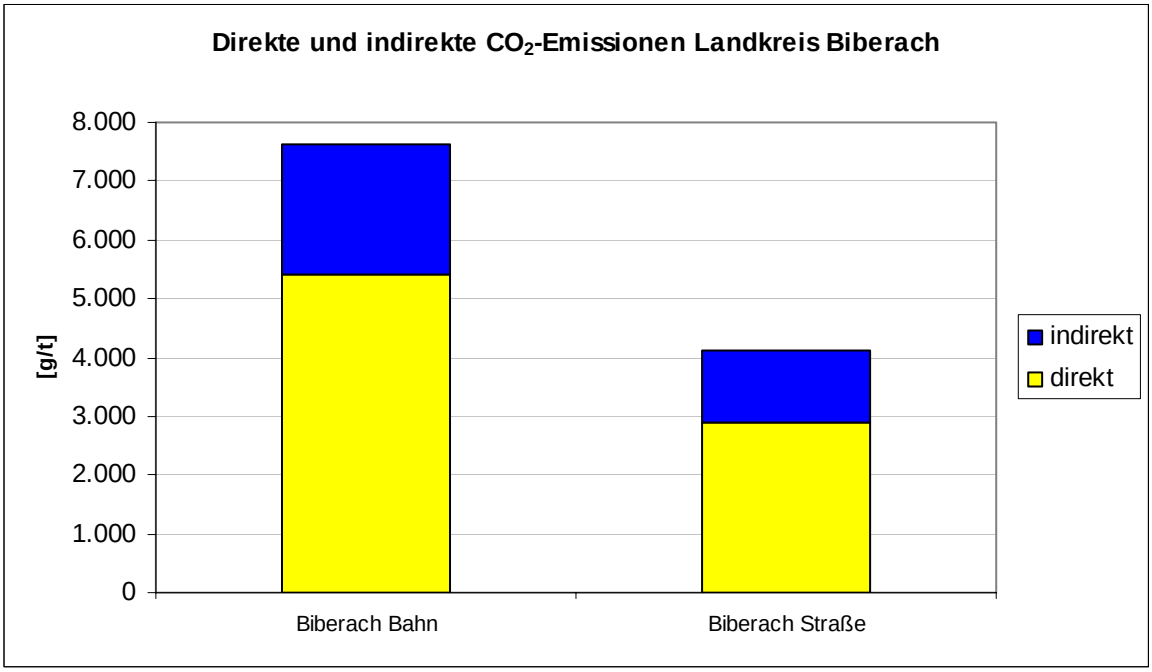


Abbildung 9-8: Vergleich der direkten und indirekten CO_2-Emissionen, Landkreis Biberach

9.1.4 Deutung der Ergebnisse

In den vorgeschlagenen Varianten wird insgesamt ein Vorteil für das Demonstratorkonzept, das den Transport mit der Hzl vorsieht, berechnet. Allerdings ist der Unterschied in den Konzepten Straßentransport und Demonstrator kleiner als erwartet.

Die Ursache liegt in dem unterschiedlichen technischen Stand der Transportmedien. Bei der Emissionsberechnung für das Straßenkonzept wird von modernsten Sattelzügen ausgegangen. Der Berechnung der Bahnemissionen dagegen liegt älteres Lok- und Wagonmaterial zugrunde. Aufgrund der längeren Lebenszeit bei der Bahn finden sich im Fuhrpark der HzL noch ältere Maschinen mit schlechterem Emissionsverhalten.

9.2 Verkehrliche Wirkungen

Neben dem Energieverbrauch und den entstehenden Emissionen wurden im Rahmen von EBEK auch die verkehrlichen Wirkungen untersucht. Durch den Transport des Mülls auf der Schiene werden einerseits insgesamt erhebliche Mengen an Lkw-Fahrten eingespart, es kommt darüber hinaus aber auch zu räumlichen Verlagerungen von Lkw-Fahrten. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden die Anzahl der Fahrten und die eingesparten Lkw-km zahlenmäßig erfasst, die Verlagerungseffekte mit den entsprechenden Begleiterscheinungen werden qualitativ beschrieben. Die Verlagerungseffekte haben bei den Zuläufen des Bahntransportes zu den Verladestationen die deutlichsten Auswirkungen. Fahren die Sattelzüge bei der straßenseitigen Entsorgungsvariante von den Sammelpunkten (i. d. R. Deponien) meist direkt auf das übergeordnete Straßennetz, so finden die Zuläufe für die schienengestützte Entsorgung meist im städtischem Umfeld statt, wo diese möglicherweise als störender wahrgenommen werden.

Im Folgenden werden die eingesparten Lkw-km durch die schienengestützte Entsorgung für jeden Landkreis in den verschiedenen Varianten dargestellt. Diese errechnen sich aus der Summe der Lkw-km aus der straßengestützten Entsorgung abzüglich der Summe der benötigten Vor- bzw. Nachläufe für die schienengestützte Entsorgung.

Diese Angaben beziehen sich zunächst auf die gesamte Entsorgungskette von der Quelle bis zur Müllverbrennungsanlage. Dies bedeutet, dass ein Großteil der eingesparten Lkw-km nicht dem jeweiligen Landkreis „zugute“ kommt, sondern auch Gebieten, die nicht am Projekt EBEK beteiligt sind. Darüber hinaus kommt es vor, dass Transporte auf den Gebieten anderer am Demonstrator beteiligten Landkreise stattfinden. Um hier eine „echte“ Entlastung aufzuzeigen, ist zusätzlich die Entlastung auf dem eigenen Gebiet berechnet worden. Hierzu wurden sämtliche Lkw-km aus EBEK-Müllfahrten pro Landkreis für den straßengestützten Transport ermittelt und den Zubringerfahrten im schienengestützten Transport gegenübergestellt.

9.2.1 Straße

9.2.1.1 Demonstrator I

Verkehrswirkungen

Variante Umschlag für LK Reutlingen in Tübingen

Tabelle 9-7: Lkw-km pro Jahr insgesamt

	Bahn	Straße	Differenz	
Reutlingen	123.367	218.566	-95.198	- 44 %
Tübingen	45.646	144.129	-98.483	- 68 %
Zollernalbkreis	24.419	178.618	-154.199	- 86 %

Tabelle 9-8: Lkw-km im jeweiligen Landkreis inkl. Fahrten aus anderen EBEK-Landkreisen

	Bahn	Straße	Differenz	
Reutlingen	61.690	112.534	-50.844	- 45 %
Tübingen	66.548	101.937	-35.389	- 35 %
Zollernalbkreis	9.395	12.650	-3.255	- 26 %

Variante Umschlag für LK Reutlingen in Reutlingen

Tabelle 9-9: Lkw-km pro Jahr insgesamt

	Bahn	Straße	Differenz	
Reutlingen	63.492	218.566	-155.074	- 71 %
Tübingen	45.646	144.129	-98.483	- 68 %
Zollernalbkreis	24.419	178.618	-154.199	- 86 %

Tabelle 9-10: Lkw-km im jeweiligen Landkreis inkl. Fahrten aus anderen EBEK-Landkreisen

	Bahn	Straße	Differenz	
Reutlingen	39.312	112.534	-73.222	- 65 %
Tübingen	29.050	101.937	-72.887	- 72 %
Zollernalbkreis	9.395	12.650	-3.255	- 26 %

Verlagerungen

Für den Zulauf zum Verladeort am Bahnhof sind mit folgenden jährlichen Fahrtenanzahlen zu rechnen:

Variante Umschlag für LK Reutlingen in Tübingen

Zulauf nach Tübingen Bahnhof: 5.100

Variante Umschlag für LK Reutlingen in Reutlingen
Zulauf nach Tübingen Bahnhof: 2.075
Zulauf nach Reutlingen Bahnhof: 3.025

Zulauf nach Hechingen Bahnhof: 1.875

In Tübingen und Reutlingen bewegen sich die Fahrten in etwa auf denselben Routen wie die Sattelzüge für den straßengestützten Abtransport. Die Anzahl dieser Transporte liegt etwa um 35 % niedriger.
Aufgrund der speziellen Zufahrtsregelungen für Lkw entspricht die Anfahrt zum Bahnhof in Tübingen nicht der direkten Route, es werden dafür aber die Wohngebiete von einer Durchfahrt weitgehend verschont.
Der Transport von der Deponie Reutlingen zum Bahnhof Tübingen findet auf stark befahrenen Bundesstraßen statt, so dass auch hier keine nennenswerte Mehrbelastung gegenüber der Entsorgung auf der Straße festzustellen ist.
In Hechingen ist im Bereich des Bahnhofs mit einer werktäglichen Zusatzbelastung durch den Zulauf zum Bahnhof von etwa 7 bis 8 Lastzügen zu rechnen.

Ankunft in S-Münster

Bei einem Transport der Container vom Bahnhof S-Münster mit Lkw ist mit einer verkehrlichen Mehrbelastung im öffentlichen Straßenraum im Bereich der Neckartalstraße und der Voltastraße zu rechnen. Aus organisatorischen Gründen werden für diesen Transport Solo-Lkw vorgesehen, die jeweils nur einen Container transportieren können. Dies liegt zum einen an den Platzverhältnissen auf dem Gelände der MVA, andererseits lohnt sich der Zeitaufwand für das Aufnehmen eines zweiten Containers auf einem Hänger für die kurze Strecke nicht.
Pro Jahr kommen in S-Münster knapp 13.950 Container an. Dies entspricht werktäglich 54 zusätzlichen Hin- und Rückfahrten.

9.2.1.2 Demonstrator II

Wegen der größeren Anzahl von Varianten ist hier jeder Landkreis für sich aufgeführt. Bei der Berechnung der Lkw-km im jeweiligen Landkreis wird die schienengestützte Entsorgung der straßengestützten Entsorgung für alle Landkreise gegenübergestellt.

Tuttlingen

Verkehrswirkungen

Tabelle 9-11: Lkw-km pro Jahr insgesamt

	Bahn	Straße	Differenz	
Deponie Talheim	69.597	345.056	-275.459	- 80 %
Deponie Hasenholz	25.234	316.433	-291.199	- 92 %

Tabelle 9-12: Lkw-km im jeweiligen Landkreis

	Bahn	Straße	Differenz	
Deponie Talheim	65.527	87.971	-22.444	- 26 %
Deponie Hasenholz	21.164	59.085	-37.921	- 64 %

Verlagerungen

Für den Zulauf zum Verladeort am Bahnhof sind mit folgenden jährlichen Fahrtenanzahlen zu rechnen.

Von der Deponie Talheim beträgt die Summe der jährlichen Fahrten 2.035. Von der Deponie Hasenholz bietet sich aufgrund der kurzen Zulaufstrecke der Einsatz von Solo-Lkw an, was die Anzahl der Fahrten verdoppelt.

Da sich der Bahnhof in Tuttlingen direkt an der Entsorgungsroute von den Sammelstellen zur TAD Ulm befindet, ist hier keine nennenswerte Verlagerung von Fahrten festzustellen. (Es ist aber zu beachten, dass bei einer Anlieferung aller Behälter am selben Tag, z. B. Samstag, es zu Problemen durch Bauarbeiten von der Deponie Hasenholz kommen kann. Der Verkehr muss während der Bauarbeiten durch Wohnbebauung umgeleitet werden.)

Sigmaringen

Verkehrswirkungen

Tabelle 9-13: Lkw-km pro Jahr insgesamt

	Bahn	Straße	Differenz	
Mengen	35.120	106.549	-71.429	- 67 %
Mengen + Saulgau	20.450	106.549	-86.099	- 81 %
Hanfertal	52.130	106.549	-54.419	- 51 %
Mengen + Hanfertal	46.820	106.549	-59.729	- 56 %
Krauchenwies + Saulgau	7.110	106.549	-99.439	- 93 %

Tabelle 9-14: Lkw-km im jeweiligen Landkreis inkl. Fahrten aus anderen EBEK-Landkreisen

	Bahn	Straße	Differenz	
Mengen	31.050	129.563	-98.513	- 76 %
Mengen + Saulgau	16.380	129.563	-113.183	- 87 %
Hanfertal	48.060	129.563	-81.503	- 63 %
Mengen + Hanfertal	42.750	129.563	-86.813	- 67 %
Krauchenwies + Saulgau	7.110	129.563	-122.453	- 95 %

Verlagerungen

Die Umschlagorte Mengen und Krauchenwies liegen an der Entsorgungsroute zur TAD Ulm. Auch beim Umschlagort Saulgau entstehen aufgrund der Nähe zum Bahnhof keine nennenswerten Verlagerungen. Verlagerungen entstehen beim Umschlag in Hanfertal. Hier muss sowohl aus Richtung Ringgenbach als auch aus Richtung Saulgau über das Stadtgebiet Sigmaringen und z. T. durch Wohnbebauung gefahren werden. Beeinträchtigungen gibt es auch direkt am Bahnhof Hanfertal, wo sich direkt am Ort einige wenige Wohnbebauungen befinden.

Die Anzahl der Fahrten ist relativ gering. Sie beläuft sich vom Ringgenbach und Saulgau jeweils auf ein bis zwei Fahrten werktäglich.

Biberach

Verkehrswirkungen

Tabelle 9-15: Lkw-km pro Jahr insgesamt

	Bahn	Straße	Differenz	
Biberach	9.796	126.266	-116.470	- 92 %

Tabelle 9-16: Lkw-km im jeweiligen Landkreis inkl. Fahrten aus anderen EBEK-Landkreisen

	Bahn	Straße	Differenz	
Biberach	70.454	189.756	-119.301	- 63 %

Verlagerungen

Die Fahrt zum Umschlagort Bahnhof Biberach geht im Stadtgebiet Biberach durch Wohnbebauung. Dies kann durch die große Anzahl von Fahrten zu nennenswerten Beeinträchtigungen führen.

Die Anzahl von Fahrten beträgt etwa 2.850 pro Jahr.

Ankunft in Ulm

Die Bahnwaggons kommen auf dem Gelände der TAD Ulm an. Somit muss für den Transport zum Müllofen kein öffentlicher Straßenraum beansprucht werden. Für die Organisation innerhalb des Geländes ist mit folgender werktäglicher Anzahl an Lkw-Fahrten zu rechnen:

Container aus	
Tuttlingen:	15 - 16
Sigmaringen:	7
Biberach:	22

9.2.2 Schiene

Im Schienenverkehr ergibt sich durch die in den Demonstratoren vorgeschlagenen Verkehre eine höhere Streckenauslastung.
Der Demonstrator I führt dazu, dass auf der Strecke Hechingen – Plochingen täglich ein Güterzug zusätzlich verkehrt. Dies entspricht etwa 49.000 Zugkm/Jahr und einer Transportleistung von 7,4 Mio. tkm/Jahr auf der Schiene (bei Umladung in Rt und Tü).

Im Demonstrator II ergibt sich wöchentlich ein zusätzlicher Zug von Tuttlingen nach Ulm, was einer Verkehrsleistung von 15.000 Zugkm/Jahr bzw. 4,2 Mio. tkm/Jahr entspricht. Außerdem ist eine größere Auslastung des bestehenden HzL-Güterverkehrs durch die zusätzlichen Wagen aus Sigmaringen die Folge. Für den Abfall aus Sigmaringen ist eine zusätzliche Transportleistung auf der Schiene von 1,0 Mio. tkm/Jahr erforderlich.

Bei der Konzeption der Demonstratoren wurde darauf geachtet, dass die Infrastruktur nur in momentan unbelegten Zeitfenstern in Anspruch genommen wird. Eine Beeinträchtigung des Fahrplans im Personenverkehr ist daher nicht zu erwarten. Die höhere Streckenauslastung trägt jedoch durch die anfallenden Trassengebühren zur Wirtschaftlichkeit der Strecken und damit zur Erhaltung des schienengebundenen Verkehrs in der Region bei.

9.3 Arbeitsmarktpolitische Effekte und Standortsicherung

9.3.1 Arbeitsmarktpolitische Effekte und Standortsicherung für die Konzepte des Demonstrators

Nach den Planungen im Demonstrator können keine Kosten im Vergleich zum Straßentransport eingespart werden. Zumindest kurzfristig ist auch keine Kostensenkung für die Entsorgungswirtschaft zu erzielen.
Das Konzept des Wechselbehältersystems fällt positiv auf, da die Kosten des Bahntransportes nur wenig höher als die Kosten des Straßentransportes liegen. Mit Hilfe genannten Opti-

mierungsmöglichkeiten besteht die Hoffnung, mittelfristig, nach der Einführung des Behältersystems und nach Beendigung der Anlaufschwierigkeiten mindestens dieselben, wenn nicht günstigere Kosten für den Bahntransport im Vergleich zum Straßentransport zu erreichen.
Neben den heute eingesetzten Technologien wird im Vorschlag für den Demonstrator auch Rücksicht auf heute bestehende Rahmenverträge für die Entsorgung in den Landkreisen genommen. Insbesondere ist nach den heutigen Verträgen die Senke des gesammelten Mülls die Deponie, die dann als Übergang für den Transport verwendet wird. Unter dem Aspekt der Standortsicherung bedeutet dies, dass momentan der Standort Deponie durch zusätzliche Aufgaben gestärkt wird. Mittelfristig sollen die Deponien jedoch geschlossen werden, so dass diese Stärkung des Standortes zumindest zweifelhaft erscheint.

9.3.2 Arbeitsmarktpolitische Effekte und Standortsicherung mittelfristig

Für den Demonstratorbetrieb wurden technische Einschränkungen aufgrund der heute im Untersuchungsgebiet vorhandenen Technologie in Kauf genommen. Des Weiteren wurden Kosteneinsparungspotenziale wie die Rückfracht für den Bahntransport nicht berücksichtigt, so dass sich hier im Vergleich zum Demonstrator ein weiteres Optimierungsfeld erschließt.
Im Folgenden sind mittelfristige Einsparungspotenziale für den Bahntransport im Vergleich zum Demonstratorbetrieb aufgezählt.

1. Kosten zur Einrichtung der Infrastruktur fallen zum Teil nur einmal an.
2. Durch das stufenweise Einführen einer auf den Bahntransport abgestimmten Technik können Schritt für Schritt die Kosten gesenkt werden.
3. Die Schnittstellen zwischen Sammlung und Transport können mittelfristig durch neue Verträge den optimalen Verläufen angepasst werden.
4. Im Bereich des Lkws werden bereits Rückfrachten berücksichtigt. Für den Bahntransport besteht hier noch ein großes Einsparungspotenzial.
5. Neue Technologien beschleunigen die Einführung moderner logistischer Konzepte für die Entsorgungswirtschaft (z. B. Fahrwegoptimierung durch Wechselbehältersysteme).
6. Durch den vermehrten Einsatz der Wechselbehältertechnologie in der Entsorgungsbranche sind weitere Preissenkungen zu erwarten.
7. Durch fortschreitende Standardisierung der Wechselbehältertechnologie in der Entsorgungsbranche sind weitere Kosteneinsparungen zu erwarten.
8. Durch kontinuierliche Verbesserungsprozesse, aufgrund zunehmender Erfahrungswerte, sind weitere Kosteneinsparungen für die Bahn zu erwarten. Diese Kosteneinsparungen sind in der Anfangszeit für den Bahntransport vermutlich größer als für den Lkw-Transport, der durch langjährige Erfahrungen viele Potenziale bereits ausgeschöpft hat.

9. Im politischen Umfeld soll die Bahn weiter unterstützt werden. Durch Maßnahmen wie die Lkw-Maut verschieben sich die Kosten zugunsten der Bahn.
10. Bei steigenden Lohnkosten kommen die Bündelungsvorteile der Bahn zum tragen.

9.3.3 Die Stärkung der Entsorgung vor Ort

Durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen wird der Haus- und Sperrmüll nicht auf den im Landkreis befindlichen Deponien gelagert, sondern zu den Müllverbrennungsanlagen in Stuttgart und Ulm gefahren. Von einer Stärkung der Entsorgung vor Ort kann damit nicht die Rede sein. Dieses Ergebnis ist jedoch keine Folge des Projektes, sondern ergibt sich mit oder ohne Bahntransport aus den gesetzlichen Randbedingungen. Der Bahntransport hilft die negativen verkehrlichen Wirkungen und die Umweltwirkungen zu reduzieren.
Für die Wertstoffe besteht keine entsprechend gesetzliche Regelung, hier kann durch den verbesserten Informationsfluss das Potential der regionalen Entsorgungswirtschaft gestärkt werden und damit Verkehr vermieden werden.

9.3.4 Vorteile der Standortsicherung bei der Umsetzung der Integration in die allgemeine Güterverkehrslogistik

Im Demonstratorbetrieb ist die Integration in die allgemeine Güterverkehrslogistik nicht vorgesehen. Dieser Bericht zeigt jedoch die Möglichkeiten auf, diese Integration mittelfristig umzusetzen (vgl. Kapitel 8 “Integration Transportkette in die allgemeine Güterverkehrslogistik“ und Kapitel 6 „Optimierung Fahrzeug-, Behälter-, Umschlagtechniken“).
Bei der Umsetzung der Integration in die allgemeine Güterverkehrslogistik ergibt sich für die Entsorgungswirtschaft ein neues Geschäftfeld. Neben dem Vor- und dem Nachlauf des Mülltransportes für die Eisenbahn, kann sie auch den Vor- und den Nachlauf für den allgemeinen Güterverkehr durchführen. Die Transportkapazitäten können dadurch besser genutzt werden.
Die durch den Mülltransport durchgeführten Schienentransporte samt Vor- und Nachlauf bilden ein Transportnetz, welches prinzipiell durch den allgemeinen Güterverkehr mit benutzt werden kann. Dies bedeutet grundsätzlich zusätzliche schienengestützte Transportmöglichkeiten, und damit Optimierungspotenziale für den allgemeinen Güterverkehr.

9.3.5 Stärkung der Eisenbahn

Im Demonstrator soll mindestens ein zusätzlicher Zug für den Haus- und Sperrmüll mit einer permanenten Last eingesetzt werden. Allein aus den Haus-, Sperr- und Gewerbemülltransporten der Landkreise Tübingen, Reutlingen, und dem Zollernalbkreis erwächst der Bahn ein

zusätzlicher Umsatz von ca. 85.000 € pro Jahr. Dieses Geld stärkt ein kleines flexibles Eisenbahnunternehmen, welches damit die Möglichkeit erhält Kapazitäten zur Verlagerung auch weiterer Güter auf die Schiene zu schaffen.

9.3.6 Auswirkungen auf die Standortsicherung durch die e-Business Plattform

Durch den verbesserten Informationsfluss der e-Business Plattform können die Entsorgungswege für Wertstoffe minimiert werden und die Wiederverwendung und die Wiederverwertungsquote gesteigert werden (vgl. Kapitel 7 "Verbesserung Ressourcennutzung durch e-Business“). Durch die verbesserten Informationsmöglichkeiten, die auch den Fahrpreis berücksichtigen, wird die ortsnahe Entsorgung gestärkt. Durch die verkürzten Transportwege werden dadurch weitere Ressourcen geschont.
Bei der durch den verbesserten Informationsfluss genaueren Kenntnis der Anforderungen der Wieder- bzw. Weiterverwendung kann die Sortierung der Wertstoffe den Bedürfnissen angepasst werden. Das heißt zum einen können bei Bedarf die Wertstoffe feiner sortiert, und damit eine höhere Qualität erreicht werden. Zum anderen kann aber auch ein unnötiges Sortieren vermieden werden, wenn die höhere Qualität in den nachfolgenden Schritten gar nicht gebraucht wird.
Durch die e-Business Plattform entsteht, sofern sie umgesetzt wird, mindestens ein qualifizierter Arbeitsplatz in der Region. Diese Stelle ist für viele Aufgaben als Telearbeitsplatz geeignet, lediglich die Kontaktpflege kann nicht gänzlich von zu Hause aus erfolgen. Der Telearbeitsplatz vermindert ebenfalls die Verkehrsbelastung und stärkt den Standort, da er familienfreundlich gestaltet werden kann.

9.3.7 Arbeitsmöglichkeiten für freigesetzte Mitarbeiter

Die Notwendigkeit der Kostenreduktion steht oft im Widerspruch zu der Erhaltung von Arbeitsplätzen. Durch die neu hinzukommenden Transporte werden einerseits neue Arbeitsplätze geschaffen, auf der anderen Seite fallen Aufgaben weg. Durch die Einführung moderner Technologien im Sammelverkehr, z. B. durch eine Ein-Mann-Bedienung des Fahrzeuges können Arbeitsplätze reduziert werden. Auch reduzieren sich die Arbeiten auf den Deponien, insbesondere beim Einsatz von Wechselbehältersystem, deutlich. Um die Kosten für Schulungen gering zu halten, ist es von Vorteil, wenn die neuen Arbeitsplätze ein ähnliches Anforderungsprofil haben wie die bisherigen Arbeitsplätze.
Im Falle des Demonstrators kann ein Teil der heutigen Mitarbeiter weiterhin auf dem Gelände der Deponie beschäftigt werden. Mit einer Umstellung auf ein Wechselbehältersystem ist dies nicht mehr gegeben. Hier kann der Vorschlag einer Kleinmengenanlieferung an Umschlagplätzen aus Kapitel 8.3 umgesetzt werden.

Die Arbeitplätze für den Transport vom Untersuchungsgebiet zu den Müllverbrennungsanlagen werden neu geschaffen. Zur Stärkung der Region sind hierbei die Arbeitsplätze der Eisenbahn, die ein regionales Unternehmen darstellt, besser als Arbeitsplätze für den Lkw Transport geeignet, da diese innerhalb der Region entstehen müssen.

9.4 Betriebswirtschaftliche Wirkungen

9.4.1 Hohenzollerische Landesbahn

Die Auslastung des bereits vorhandenen Lokparks der HzL ist differenziert zu betrachten. Durch die bestehenden Verkehre (Salzzug, Mora-C-Ersatzverkehre, siehe Kapitel 4.2.1 und 5.1.2) ist derzeit eine gute Auslastung gegeben, die Übernahme weiterer Transporte ist nur in begrenztem Umfang und auf bestimmten Relationen möglich. Daher führt eine relativ starke Ausdehnung der Transporte wie z. B. durch die Abfalltransporte nach Stuttgart zu Sprungkosten durch die Notwendigkeit der Beschaffung einer weiteren oder der Modernisierung einer vorhandenen Lokomotive.

Für den Demonstrator I ist dies in die Transportpreise einkalkuliert, so dass hier möglicherweise – wenn die Standzeit der Lokomotive tagsüber hierfür genutzt werden kann – Kapazität für weitere Transporte geschaffen wird.
Für den Demonstrator II dagegen führen die zusätzlichen Mülltransporte im Rahmen des bestehenden Güterverkehrs zu einer größeren Auslastung des Systems, so dass eine zusätzliche Nachfrage im Einzelwagenverkehr eventuell (abhängig von der sonstigen Entwicklung der Nachfrage) nicht mehr zu marktfähigen Preisen befriedigt werden kann.

Die von der HzL kalkulierten Transportpreise (siehe Kapitel 5.2.8) setzen voraus, dass ein Transportvertrag mit einer Laufzeit von zehn oder mehr Jahren abgeschlossen wird. Erst diese lange Laufzeit ermöglicht der HzL eine ausreichend lange Abschreibungsdauer für die erforderlichen Investitionen wie die Beschaffung einer zusätzlichen Lok. Zwar erzielt die HzL durch die zusätzlichen Transporte einen höheren Umsatz, jedoch bietet erst die langjährige Vertragsbindung betriebswirtschaftliche Vorteile für die HzL, ohne prohibitiv hohe Kosten ansetzen zu müssen. So führen die langfristigen Verkehre zu einer dauerhaften Umsatz- und Beschäftigungssicherung.

Zu berücksichtigen ist auch, dass die Kalkulation der HzL für die Abfalltransporte auf der aktuellen Gesamtsituation beruht. Ergeben sich hier Veränderungen, so hat dies Auswirkungen auf die Preise. Neben Dieselpreis, Personalkosten oder dem Wegfall bisheriger Verkehre sind hier insbesondere die Trassenpreise zu nennen, bei denen es in der Vergangenheit

häufiger grundlegende Veränderungen gab (neues Trassenpreissystem, Einführung von Faktoren etc.) und deren Entwicklung über einen Zeitraum von zehn Jahren schwer einzuschätzen ist.

9.4.2 Gebietskörperschaften

Die Gebietskörperschaften sind für die Sammlung der Abfälle verantwortlich und betreiben die Deponien. Wie dargelegt, ändert sich allerdings an diesem Aufgabenfeld nichts, da die Schnittstellen zu den schienengestützten Transporten die Rampen auf den Deponien sind. Daher werden von der Einführung der schienengestützten Transporte im Vergleich zu den Straßentransporten keine betriebswirtschaftlichen Wirkungen für die Landkreise auftreten.

9.4.3 Fuhrunternehmen

Betriebswirtschaftliche Wirkungen werden bei den Fuhrunternehmen auftreten, die für die Straßentransporte verantwortlich sind, da in den Transportketten über die Straße und über die Schiene unterschiedliche Fahrzeuge für unterschiedliche Transportaufgaben zum Einsatz kommen. Eine genaue Ermittlung dieser Wirkungen ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich, vielmehr können nur Tendenzen aufgezeigt werden.

Für den Straßentransport kommen Walking-Floor-Lastzüge zum Einsatz, die generell auch für andere Transporte im Nah- und Fernverkehr eingesetzt werden können. Entsprechend flexibel können die Fahrzeuge auch disponiert werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei einem späteren möglichen Straßentransport sowohl Lastzüge zum Einsatz kommen, die einen reinen Pendelverkehr zwischen den Deponien und den Verbrennungsanlagen, bei voraussichtlich unbeladener Rückfahrt, durchführen, als auch Lastzüge, die nur einmal eine Fahrt übernehmen und dann wieder mit anderen Transporten beschäftigt sind. Ebenso können auch Lastzüge unterschiedlicher Unternehmer zum Einsatz kommen.

Für die notwendigen Vor- und Nachläufe in der schienengestützten Transportkette kommen nun im Nahverkehr eingesetzte ACTS-fähige Lkw, teilweise mit Anhänger, zum Einsatz. Hier ist es nun wichtig, dass diese Verkehre regelmäßig von mit den Verhältnissen vertrauten Fahrern erbracht werden. Daher spricht einiges dafür, hier regionale Fuhrunternehmer einzusetzen, die diese Fahrten fest unternehmen. Aufgrund des täglichen hohen Fahrtenaufkommens werden diese Fuhrunternehmer Fahrer und Fahrzeuge fest für diese Transporte abstellen müssen. Dies erfordert eine möglichst langfristige vertragliche Bindung, um Planungssicherheit für die damit verbundenen Investitionen und Personalentscheidungen zu haben.

Entsprechend der Auswahl der späteren Transportkette wird es somit Unternehmen geben, die von dem jeweiligen Systementscheid profitieren, während andere eine potenzielle Beschäftigungsmöglichkeit verlieren. Grundsätzlich wird bei beiden Varianten der zum Einsatz kommende Unternehmer über eine Ausschreibung bestimmt.

9.5 Volkswirtschaftliche Wirkungen

Die Kosten für die schienengestützte Transportkette sind in Kapitel 5.2.8 erläutert. Demzufolge ist nicht mit einer Kostenersparnis für die Landkreise bzw. für die privaten Haushalte und Industrie und Gewerbe, an die die Entsorgungskosten über die Müllgebühren weitergegeben werden, zu rechnen.
Volkswirtschaftliche Wirkungen ergeben sich jedoch in folgenden Bereichen.

9.5.1 CO_2- und Schadstoffemissionen

Auf CO_2- und Schadstoffemissionen wird im Kapitel 9.1 bereits ausführlich eingegangen. Da Umwelt und menschliche Gesundheit nicht nur einen „Wert an sich“ darstellen, sondern diese Emissionen auch volkswirtschaftlich wirksam werden (beispielsweise über Krankenhausaufenthalte), ist es üblich, diese zu monetarisieren, d. h. die quantifizierten Emissionen in Geldbeträge umzurechnen.

Für CO_2- und Schadstoffemissionen kommen die Bewertungssätze aus der Standardisierten Bewertung /Intraplan, VWI, 2000/ und zum Bundesverkehrswegeplan zur Anwendung. Die dort verwendeten Sätze sind /Planco, Heusch Boesefeldt, 1998/ entnommen.

Bei diesen Kostensätzen wird unterschieden nach innerörtlichen und außerörtlichen Emissionen. Da davon auszugehen ist, dass sich Menschen überwiegend innerhalb von Ortschaften aufhalten und der Konzentrationsschwerpunkt der meisten Luftschadstoffe sich mit dem Bereich ihres Emissionsschwerpunkts deckt, ist insbesondere durch innerörtlich emittierte Emissionen eine Schädigung der menschlichen Gesundheit zu erwarten. Die Kostensätze betragen für die Schadstoffe CO, HC, NO_x und Partikel innerorts ungefähr das zwei- bis dreifache der außerörtlichen Emissionen. Für CO_2 ist es nicht erforderlich, den Ort der Emission zu differenzieren, da die Wirkung nicht in der Verursachung von Gesundheitsschäden durch unmittelbare Exposition besteht, sondern in der Verstärkung des anthropogenen Treibhauseffektes, was eine globale Wirkung darstellt.
Für die exakte Anwendung dieser Sätze wäre eine Unterscheidung nach innerörtlichen und außerörtlichen Emissionen erforderlich. Aus der Anwendung besagter Sätze hat sich allerdings gezeigt, dass sich aus der Monetarisierung der CO_2-Emissionen Kostenkomponenten

ergeben, die um den Faktor 10^1 höher liegen als die Kostenkomponenten der restlichen Schadstoffe. Mithin ist es für eine ausreichende Genauigkeit möglich, einen festen Anteil von innerörtlichen an den Gesamtemissionen anzunehmen. Gemäß dem Vorgehen in der Standardisierten Bewertung wird dieser Anteil pauschal auf ein Drittel geschätzt /Intraplan, VWI, 2001/. In den unten angegebenen Kostensätze ist diese Gewichtung bereits vorgenommen, zusätzlich ist der Preisstand von ursprünglich 1995 mit einem Hochrechnungsfaktor von 2 % jährlich auf einen Preisstand von 2003 angepasst.

Tabelle 9-17: Kostensätze für CO_2- und Luftschadstoffemissionen

	Kostensatz [€/tl]
CO_2	240
NO_X	1.600
CO	4,8
VOC	2.400
Partikel	550

Damit ergeben sich für die Demonstratoren anhand der Daten aus Kapitel 9.1 die folgenden externen Kosten durch transportbedingte Emissionen. Zur besseren Vergleichbarkeit mit den Transportkosten aus Kapitel 5.2.8.2 sind auch diese Kosten auf die Menge transportierten Abfall bezogen.

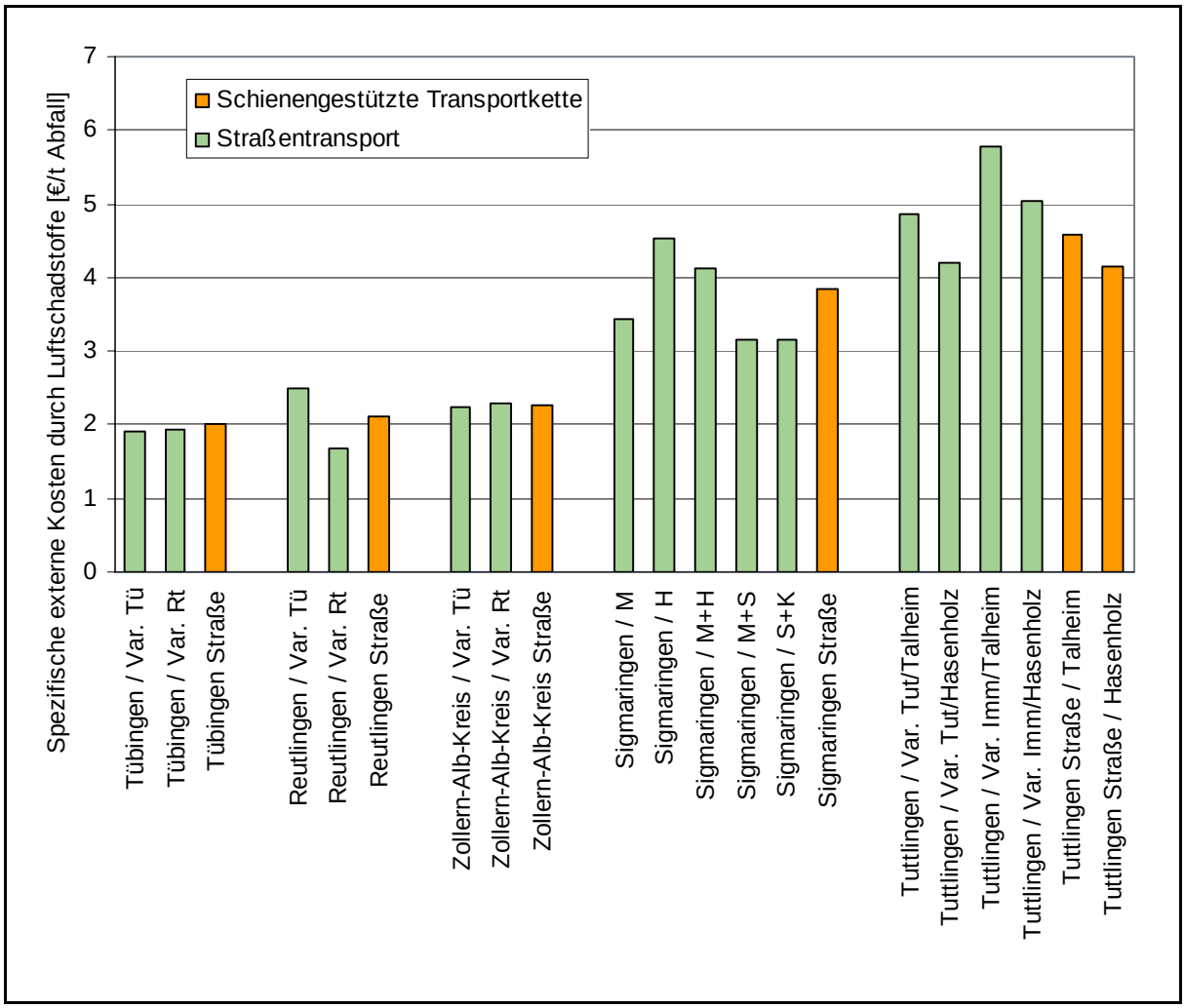


Abbildung 9-9: Spezifische externe Kosten durch transportbedingte stoffliche Emissionen

9.5.2 Lärm

Für Lärm gibt es ebenso wie für stoffliche Emissionen Bewertungsansätze und Monetarisierungsmethoden. Bei der Monetarisierung spielen einerseits Kostenkomponenten durch erforderlichen Lärmschutz (Schallschutzfenster, Schallschutzwände) eine Rolle, anderseits wird die Schadwirkung selbst bewertet. Dies betrifft insbesondere Gesundheitsschäden. Es ist allgemein anerkannt, dass eine erhöhte Lärmexposition zu Beeinträchtigungen wie Konzentrationsstörungen, Schlafstörungen bis hin zu einer erhöhten Herzinfarktwahrscheinlichkeit führen kann.

Bei der Bewertung der Lärmemissionen durch die untersuchten Abfalltransporte ist überwiegend die zweite Klasse der genannten Kostenkomponenten relevant.

Da die betreffenden Schädigungen nur dann auftreten können, wenn die Bevölkerung dem Lärm ausgesetzt wird und der Schallpegel mit zunehmendem Abstand von der Schallquelle stark abnimmt, ist hier noch stärker als bei den stofflichen Emissionen der Ort der Emissionen und die Zahl der Betroffenen – also die Immission – relevant. Außerdem ist die Tages-

zeit von Bedeutung, da akustische Beeinträchtigung während der Schlafphase stärkere Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben als während der Wachzeit.
Weiterhin ist die Wirkung einer zusätzlichen oder wegfallenden Emission sehr stark abhängig von dem allgemeinen Geräuschpegel. So ist die zusätzliche Wirkung einer Geräuschquelle in einer ansonsten lärmarmen Umgebung gut spürbar, während sie bei starken Umgebungsgeräuschen nicht auffallen wird. Dieser Zusammenhang schlägt sich auch in der logarithmischen Bewertung von Schallleistungen wieder.

Aus diesen Zusammenhängen ergibt sich, dass eine detaillierte Bewertung der Varianten im Rahmen von EBEK sehr schwierig ist.
/IWW, Infras, 2004/ haben durchschnittliche Grenzkosten pro Fahrzeugkilometer sowohl für Bahn- als auch für Straßentransporte ermittelt.

IWW/Infras geben als Grenzkosten folgende Sätze an:

Tabelle 9-18: Kostensätze für Lärmemissionen

Szenario			**Kostensatz** [€/1.000 Fzkm]			
Gebietstyp	**Zeit**	**Verkehrsdichte**	**Güterzug**	**LKW**	**Güterzug**	**LKW**
ländlich	Tag	schwach	30,3	1,27	34,35	1,31
		stark	18,4	0,58		
	Nacht	schwach	55,2	2,31		
		stark	33,5	1,06		
vorstädtisch	Tag	schwach	209,5	10,99	237,8 *	10,53 *
		stark	127,7	3,94		
	Nacht	schwach	381,5	20,01		
		stark	232,5	7,18		
städtisch	Tag	schwach	424,8	170,11	574,63	169,47
		stark	322,5	70,16		
	Nacht	schwach	963,8	309,82		
		stark	587,4	127,79		
* eigene Berechnung						

Zur Bewertung der untersuchten Varianten in EBEK wurde auf diese Sätze zurückgegriffen. Hierfür wurden die zurückgelegten Strecken anhand einer topografischen Karte im Maßstab 1:25.000 eingeteilt nach den Gebietstypen ländlich, vorstädtisch und städtisch. Fahrten durch bebautes Gebiet wurden als vorstädtisch klassifiziert, Ortsdurchfahrten in Reutlingen und Stuttgart als städtisch und alle sonstigen Streckenverläufe als ländlich. Bei den meisten

Strecken ergab sich dadurch ein Anteil vorstädtischer Gebiete in der Größenordnung von 25 bis 30 %.

Untersucht wurden einige ausgewählte Szenarien:
Der Demonstrator I mit Umschlag des Reutlinger Mülls in Tübingen und alternativ in Reutlingen, der zugehörige Vergleichsfall des Straßentransports, der Demonstrator II mit Müllsammlung in Talheim und alternativ in Hasenholz (wobei jeweils von einem Umladen des Sigmaringer Mülls in Mengen angenommen wurde) sowie der zugehörige Vergleichsfall des Straßentransports (wobei von einer Müllsammlung in Hasenholz ausgegangen wurde).

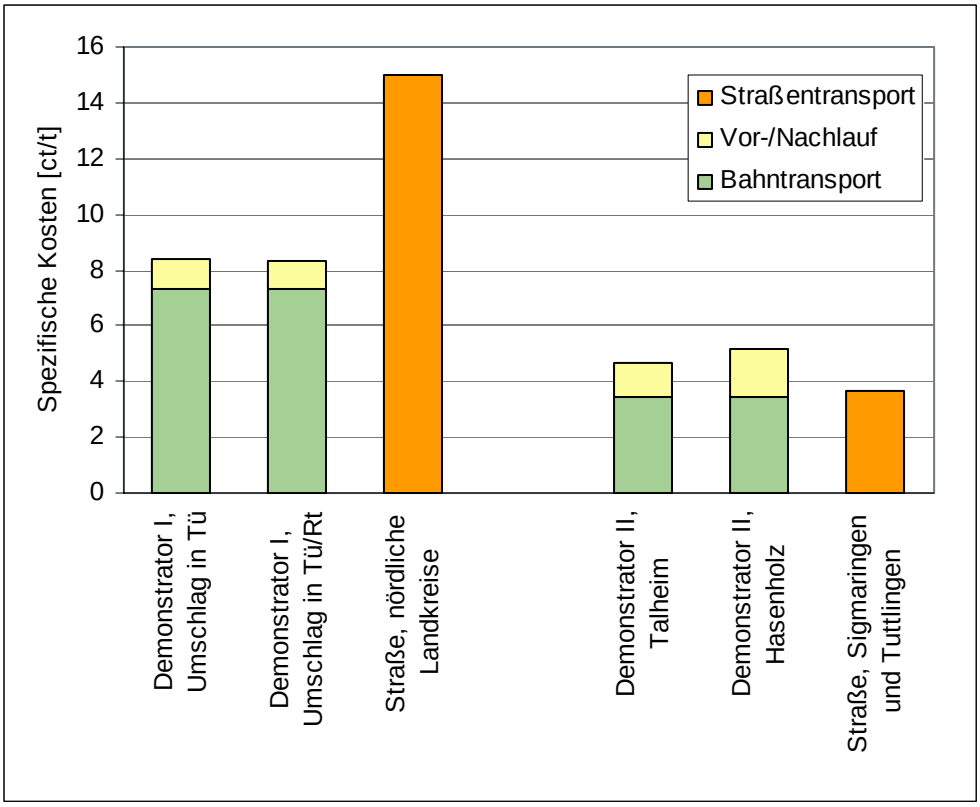


Abbildung 9-10: Spezifische externe Kosten durch transportbedingte Lärmemissionen

Als Ergebnis zeigt sich, das im Falle der nördlichen Landkreise der Straßentransport fast die doppelte Belastung verursacht wie die schienengestützte Transportkette. Für die Landkreise Sigmaringen und Tuttlingen ergibt sich ein anderes Bild. Hier führt der Straßentransport sogar zu einem besseren Ergebnis als der Schienentransport. Als Ursache ist insbesondere der Streckenverlauf, der sehr überwiegend im ländlichen Raum verläuft zu nennen.

Trotz des deutlich positiven Ergebnisses des Demonstrator I ist jedoch zu beachten, dass sich die monetarisierten Kosten auf einem sehr geringen Niveau bewegen. Im Gegensatz zu

allen anderen Kostensätzen bewegen sie sich nicht in der Größenordnung Euro/t, sondern in der Größenordnung Cent/t, also ca. ein Hundertstel.
Das angewandte Verfahren weist eine sehr hohe Sensitivität gegenüber der Streckenklassifizierung auf. Dies ist sehr einfach daran zu erkennen, dass die Kostensätze für städtische Regionen mehr als das 100fache derer für ländliche Regionen betragen. Mithin erklärt sich auch das insgesamt niedrige Niveau der monetarisierten Lärmemissionen, da sehr überwiegend von ländlichen Gebieten ausgegangen wurde.

9.5.3 Unfälle

Generell ist durch die Verlagerung der Transporte von der Straße auf die Schiene mit einem Rückgang der Unfallzahlen und Unfallkosten zu rechnen. Eine Quantifizierung dieser Effekte ist schwierig, denn es finden sich in der Literatur zwar zahlreiche Einzelangaben zu Unfallhäufigkeiten, Unfallkosten, Unfallraten etc. Doch diese beziehen sich meist auf nur jeweils einen Verkehrsträger. Auch eine Differenzierung nach Personen- und Güterverkehr erfolgt in der Regel nicht oder die Angaben beziehen sich ausschließlich auf den Personenverkehr. Somit sind keine einfach handhabbaren Kostenfaktoren vorhanden, mit denen ein schneller Vergleich möglich wäre.

Die erwarteten Auswirkungen bezüglich des Unfallgeschehens werden durch eine Hochrechnung anhand einer Vielzahl von Angaben aus unterschiedlichen Quellen ermittelt. Der Rechengang wird nachfolgend kurz skizziert.
Die Grundlagendaten (Anzahl der Getöteten und Verletzten sowie die Verkehrsleistungen in Personen- und Tonnenkilometer jeweils im Eisenbahn- und im Straßenverkehr) stammen aus dem Statistischem Jahrbuch /Statistisches Bundesamt, 2004/ und aus dem Verkehr in Zahlen /BMVBW, 2003/.
Um die Unfälle auf den Güter- und Personenverkehr aufteilen zu können, wurden weitere Quellen herangezogen. In /BMV, 1993/ finden sich Unfallkostenraten für den Bereich Bahn, angegeben in DM pro Personenkilometer und in DM pro Nettotonnenkilometer. Hieraus ergibt sich ein Unfallkostenverhältnis von Pkm/tkm von 3,6. In /IWW, Infras, 2004/ gibt es Angaben zu Straßenunfallkosten in Deutschland. Hier beträgt das Verhältnis der Unfallkosten pro Pkm zu den Unfallkosten pro tkm 6,9.
Anhand dieser Verhältnisse lassen sich die oben erwähnten Zahlen von Todesfällen und Verletzen im Straßen- und Schienenverkehr aufteilen auf die Personen- und die Güterbeförderung.

Es ergeben sich die folgenden Unfallraten.

Tabelle 9-19: Unfallraten

	Güterverkehr [pro Mio. tkm]			Personenverkehr [pro Mio. Pkm]		
	Unfälle mit Personenschaden	Anzahl Getötete	Anzahl Verletzte	Unfälle mit Personenschaden	Anzahl Getötete	Anzahl Verletzte
Eisenbahnverkehr	0,0024	0,0006	0,0025	0,0085	0,0022	0,0091
Straßenverkehr	0,0684	0,0013	0,0899	0,4702	0,0089	0,6187

Anhand der in /BASt, 2004/ genannten Kostensätze erfolgt schließlich eine Monetarisierung der Personenschäden sowie eine Abschätzung der summierten Unfallkostensätze durch Berücksichtigung eines prozentualen Zuschlags für Sachschäden.
Insgesamt erhält man die folgenden auf die Transportleistung bezogenen Unfallkostensätze.

Tabelle 9-20: Unfallkostensätze im Güterverkehr

[€ pro Mio. tkm]	Kosten für Getötete	Kosten für Verletzte	Sachschäden	Summe
Eisenbahnverkehr	739	47	398	1183
Straßenverkehr	1533	1682	1627	4843

Mit diesen Kostensätzen ist eine Hochrechnung der zu erwartenden Unfallkosten für die Demonstratoren und ein Straße-/Schienevergleich möglich. Die folgende Abbildung 9-11 stellt das Ergebnis dar. Es ist zu erkennen, dass die Unfallkosten durch die reinen Straßentransporte ungefähr das zwei- bis dreifache der durch den Bahntransport verursachten Kosten betragen. Hier ist der Bahntransport also deutlich im Vorteil. Gleichzeitig ist aber festzustellen, dass das Niveau dieser Kosten ebenso wie die Lärmkosten relativ niedrig liegt im Vergleich zu den Kosten, die die Transporte selbst verursachen.

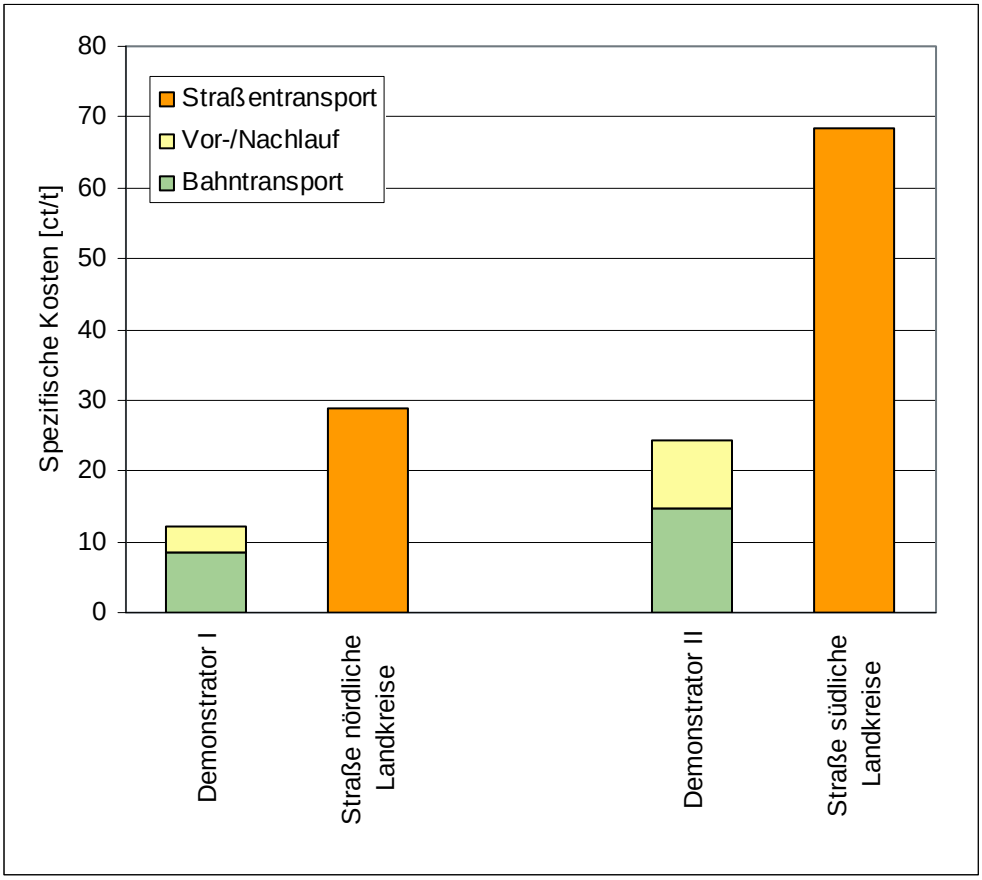


Abbildung 9-11: Spezifische externe Kosten durch Unfälle

9.5.4 Fazit

Durch die Abfalltransporte ergeben sich in verschiedenen Bereichen externe Wirkungen. Quantifiziert und monetarisiert wurden die Kosten die durch CO_2-Emissionen, sonstige Schadstoffe, Lärm sowie Unfälle hervorgerufen werden. Weitere Wirkungen sind zu erwarten durch unterschiedlich große Belastungen im Straßennetz, was Auswirkungen hat auf die Straßenabnutzung und damit die Kosten für die Instandhaltung sowie auf die Verkehrsdichte und damit die Stausituation. Da es sich bei den Abfalltransporten jedoch (gemessen am gesamten Verkehrsaufkommen) nur um relativ kleine Mengen handelt, sind diese Effekte als sehr gering einzuschätzen.

Die monetarisierten Kosten durch CO_2 wiegen im Vergleich zu den anderen externen Kosten am schwersten. Die Größenordnung liegt hier bei Euro je Tonne wohingegen bei Lärm und Unfällen mit Cent je Tonne zu rechnen ist. Bei Unfällen ergibt sich ein eindeutiges Bild zugunsten der Bahntransporte, bei den Lärmkosten schneidet der Bahntransport nur in den nördlichen Landkreisen deutlich positiver ab als der Straßentransport.
Bei den Luftverunreinigungen, die am stärksten zu gewichten sind, ist eine differenzierte Betrachtung der Varianten vonnöten. Hier kann unter den gegebenen Umständen (relativ lange

Vor- und Nachläufe; großes Tot-/Nutzlastverhältnis auf der Schiene gegenüber der Straße; moderne Lkws gegenüber älteren Lokomotiven) nicht von vorneherein ein Vorteil auf der Bahnseite angenommen werden. Für den detaillierten Variantenvergleich sei an dieser Stelle auf Kapitel 9.1 verwiesen.

9.6 Umsetzungsrahmenbedingungen

9.6.1 Hemmende Rahmenbedingungen

Die Zusammenarbeit zwischen den Landkreisen erfolgte zunächst nur schleppend. Zwar kannten sich von Beginn an alle Projektbeteiligten aus den beteiligten Gebietskörperschaften und teilweise bestehen auf einzelnen Gebieten bereits Kooperationen oder wurden diese zumindest angedacht, dennoch musste zunächst eine gewisse Atmosphäre der Zusammenarbeit geschaffen werden, bevor produktive Projektergebnisse erarbeitet werden konnten. Dennoch ist der Grad der Zusammenarbeit begrenzt. So zeigte sich schnell, dass, zumindest zum jetzigen Zeitpunkt, eine Kooperation mit dem Ziel der Bündelung von Transportströmen, um damit Schienentransporte zu ermöglichen, fast nicht möglich ist. Auch wurde die landkreisübergreifende Nutzung von Entsorgungseinrichtungen, wie Deponien oder Umladestellen kategorisch abgelehnt. Offensichtlich sind die Gebietskörperschaften aufgrund der zahlreichen Änderungen, der die Abfallentsorgung in den letzten Jahren zum einen durch neue gesetzliche Vorgaben und zum anderen durch die weitgehende Privatisierung der Abfallentsorgung unterworfen war, nicht bereit, des Zieles der Ermöglichung von schienengestützten Transporten wegen die in den einzelnen Landkreisen erarbeiteten Lösungsansätze zu gefährden. Hierbei wird insbesondere der Gedanke der notwendigen Eigenwirtschaftlichkeit betont.

Unabhängig von Sachzwängen konnte aber auch ein generelles Beharren an bestehenden oder bereits geplanten Lösungen beobachtet werden. Offensichtlich reicht die vage Aussicht auf eine evtl. bessere Lösung nicht aus, sich intensiv mit dieser auseinanderzusetzen und sich auf diese einzulassen, sofern nicht Mängel an der bestehenden oder absehbare Mängel an einer künftigen Situation Handlungsdruck erzeugen.

Ebenfalls in diese Richtung wirkt die Beobachtung, sich ungern von erprobten und bewährten Kooperationspartnern abzuwenden, nur um einen neuen Ansatz zu testen.

Neben diesen eher als emotional zu bewertenden Hemmnissen gibt es aber eine ganze Reihe von faktischen Gründen, die eine gewisse Trägheit bei potenziellen Veränderungen bewirken. So sind die Gebietskörperschaften zum Teil bereits in Abfuhrverträge für die ab 2005

anstehenden Abfalltransporte gebunden. Diese Abfuhrverträge gelten ausnahmslos für die Straße und können nur teilweise und nur unter bestimmten Voraussetzungen zugunsten eines Schienentransports geändert oder aufgelassen werden.

Weitere vertragliche Bindungen bestehen für die Sammlung der Abfälle. Diese sind ebenfalls langfristig und teilweise nicht mit den zeitlichen Fristen der Transportverträge zu den Müllverbrennungsanlagen koordiniert. Dies erschwert die Konzeption schienenaffiner Transportketten, da die bestehenden Konzeptionen an der Optimierung des Straßentransports orientiert sind.

Ein ganz wesentliches Hemmnis stellt das Gebührenrecht dar. Bei den von den Bürgern erhobenen Abfallgebühren handelt es sich um Gebühren, die in der Höhe erhoben werden sollen, wie sie den tatsächlich geleisteten Aufwendungen der Landkreise entspricht. Gleichzeitig sind die Gebietskörperschaften verpflichtet, mit diesen Gebühren so sparsam wie möglich umzugehen, um diese auch so gering wie möglich zu halten. Bei allen in EBEK untersuchten Konzeptionen sind die schienengestützten Transporte teurer als die reinen Straßentransporte. Damit haben die Landkreise keine Wahl und haben die Transporte auf der Straße durchzuführen. Einige Landkreise sehen einen kleinen Spielraum, um die umweltfreundlichen Schienentransporte auch bei geringen Mehrkosten durchführen zu können.

Neben diesen Hemmnissen auf Seiten der Landkreise gibt es auch einige technische hemmende Rahmenbedingungen beim Schienentransport selbst.

Zum einen fehlen vielfach geeignete Gleisanlagen sowohl beim Versand als auch beim Empfang. Daher sind stets Lkw-Vor- und Nachläufe notwendig. Aber auch die im Prinzip noch bestehenden Gleisanlagen an den Umschlagstellen sind teilweise in einem sehr vernachlässigten Zustand, und müssen erst wieder für die Inbetriebnahme in Stand gesetzt werden. Dies erhöht die Kosten für die schienengestützten Transporte und mindert daher deren Konkurrenzfähigkeit. Aufgrund der insgesamt geringen Nachfrage nach Schienengüterverkehrsleistung im ländlichen Raum müssen diese Kosten zunächst auch alleine den Abfalltransporten angerechnet werden.

Die eingleisige Bahnstrecke Tübingen - Hechingen hat eine der höchsten Streckenbelegungen in Deutschland. Daher ist es nicht einfach, freie Fahrplantrassen für zusätzliche Züge zu finden.

Auf der Bahnstrecke zwischen Plochingen und Tübingen ruht nachts für einige Stunden der Bahnverkehr komplett. In dieser Zeit sind die Fahrdienstleiterstellen nicht besetzt, so dass grundsätzlich kein Bahnverkehr möglich ist. Dies engt die verfügbaren Fahrplanlagen für zusätzliche Züge zusätzlich ein.

Die Müllverbrennungsanlage in Stuttgart-Münster hat nur begrenzte Öffnungszeiten, in denen auch die über die Bahn angelieferten Container mit den Abfällen aus den Landkreisen Zollernalbkreis, Tübingen und Reutlingen angeliefert werden müssen. Der Betreiber des Kraftwerks war nicht bereit, dem Demonstrator I in EBEK durch erweiterte Öffnungszeiten oder die Möglichkeit, Container auf dem Gelände der Müllverbrennungsanlage zwischenzulagern, entgegenzukommen. Dies setzte für die Entladung der Container in Stuttgart-Münster enge Grenzen.

9.6.2 Fördernde Rahmenbedingungen

Als einzige fördernde Rahmenbedingung konnte die politische Unterstützung aus den zuständigen Gremien festgestellt werden. Insbesondere in den Landkreisen Zollernalbkreis, Tübingen und Reutlingen entstand gegen Ende der Projektlaufzeit, nicht zuletzt aufgrund von Aktivitäten des Regionalverbands Neckar-Alb, ein öffentliches politisches Klima, dass sich sehr stark für die Bahntransporte einsetzt. Diese postive öffentliche Grundstimmung erleichterte in der Endphase von EBEK die Bearbeitung und Entwicklung des Demonstrators I.

10 Abschließende Konzeption Entsorgungskonzept

10.1 Demonstrator I

Aufbauend auf den in EBEK durchgeführten Wirkungsberechnungen wird der Demonstrator I wie nachfolgend beschrieben den Landkreisen Zollernalbkreis, Tübingen und Reutlingen zur Umsetzung empfohlen:

- Mit dem Schienentransport des Hausmülls, des Sperrmülls und des öffentlich gesammelten Gewerbemülls aus den Landkreisen Zollernalbkreis, Tübingen und Reutlingen nach Stuttgart-Münster wird zum 01.07.2005 begonnen.
- Die Konzeption des Demonstrators I geht dabei von folgenden jährlichen Abfallmengen für die drei genannten Fraktionen aus:
  - Zollernalbkreis: 31.600 t/a,
  - Landkreis Tübingen: 29.400 t/a und
  - Landkreis Reutlingen: 42.800 t/a.
- Die Sammlung des Abfalls erfolgt wie bisher. Alle drei Abfallfraktionen werden zunächst zu den Umladestellen „Deponie Hechingen“ für den Zollernalbkreis, „Dußlingen“ für den Landkreis Tübingen und „Deponie Schinderteich“ für den Landkreis Reutlingen gebracht.
- Voraussetzung für die wirtschaftliche Tragfähigkeit des Schienentransports ist, dass der Zollernalbkreis und der Zweckverband Abfallverwertung Reutlingen Tübingen sich für einen gemeinsamen Schienentransport aus den Landkreisen Zollernalbkreis, Tübingen und Reutlingen nach Stuttgart-Münster entscheiden. In diesem Fall kann werktäglich ein Zug nach Stuttgart-Münster gefahren werden. Bei Bedarf kann samstags ein zusätzlicher Zug gefahren werden.
- Der Zug fährt abends in Hechingen ab, stellt dann zunächst in Tübingen die beladenen Wagen des Landkreises Tübingen und anschließend in Reutlingen diejenigen des Landkreises Reutlingen bei und fährt dann nachts nach Stuttgart-Münster. Dort werden die beladenen Wagen abgestellt und die bereit gestellten entladenen Wagen aufgenommen. Am frühen Morgen fährt der Zug zurück, um diese Wagen in Reutlingen, Tübingen und Hechingen wieder zur Beladung bereit zu stellen.
- Transportiert wird der Müll unverdichtet in ACTS-fähigen 20-Fuß-Containern. Der Transport der beladenen Container von den drei Umladestellen zu den Bahnhöfen Hechingen, Tübingen und Reutlingen sowie zurück erfolgt mit Lkw. Der Umschlag zwischen Lkw und Eisenbahntragwagen kann ohne weitere Hilfsmittel erfolgen.
- In Stuttgart-Münster werden die Container per Lkw vom Bahnhof Münster zum Müllbunker in der Müllverbrennungsanlage transportiert. Dabei kann zur Verkürzung der

Fahrtstrecke ein in städtischem Eigentum befindliches Grundstück überfahren werden.

10.2 Demonstrator II

Aufbauend auf den in EBEK durchgeführten Wirkungsberechnungen wird der Demonstrator II wie nachfolgend beschrieben den Landkreisen Tuttlingen und Sigmaringen zur Umsetzung empfohlen:

- Mit dem Schienentransport des Hausmülls, des Sperrmülls und des öffentlich gesammelten Gewerbemülls aus den Landkreisen Tuttlingen und Sigmaringen zur TAD Ulm-Donautal wird zum 01.07.2005 begonnen.
- Die Konzeption des Demonstrators II geht dabei von folgenden jährlichen Abfallmengen für die drei genannten Fraktionen aus:
  - Landkreis Tuttlingen: 28.800 t/a und
  - Landkreis Sigmaringen: 12.700 t/a.
- Die Sammlung des Abfalls erfolgt wie bisher. Alle drei Abfallfraktionen werden zunächst für den Landkreis Tuttlingen zur Umladestelle „Deponie Talheim“ sowie für den Landkreis Sigmaringen zu gleichen Teilen zu den Umladestellen „Deponie Ringgenbach“ und in Bad Saulgau gebracht. Alternativ wird dem Landkreis Tuttlingen die Nutzung der „Deponie Hasenholz“ bei Tuttlingen vorgeschlagen.
- Voraussetzung für die wirtschaftliche Tragfähigkeit des Schienentransports ist, dass die Landkreise Tuttlingen und Sigmaringen beim Schienentransport kooperieren, so dass Container und Wagen gemeinsam genutzt werden können.
- Für den Landkreis Tuttlingen fährt wöchentlich ein Zug nach Ulm. Dieser Zug wird samstags gegen 12.00 Uhr leer bereit gestellt und fährt am Sonntag beladen wieder nach Ulm.
- Für den Landkreis Sigmaringen fallen durchschnittlich zwei bis drei Wagen pro Werktag an. Diese können im Rahmen des bestehenden Mora-C - Güterzugs der HzL transportiert werden. Die Bedienung findet zwei- bis dreimal in der Woche statt. Dafür werden zwei Wagengarnituren und drei Containergarnituren benötigt, die aus dem am Wochenende nach Tuttlingen fahrenden Ganzzug gebildet werden.
- Transportiert wird der Müll unverdichtet in ACTS-fähigen 20-Fuß-Containern. Der Transport der beladenen Container von den drei Umladestellen zu den Bahnhöfen und zurück erfolgt mit Lkw. Der Umschlag zwischen Lkw und Eisenbahntragwagen kann ohne weitere Hilfsmittel erfolgen.
- Für den Landkreis Tuttlingen wird der Umschlag vom Lkw auf die Bahn im Bahnhof Immendingen vorgeschlagen.

- Für den Landkreis Sigmaringen werden folgende alternativen Konzeptionen für den Umschlag zwischen Straße und Schiene vorgeschlagen:
  - Umschlag nur am Bahnhof Mengen,
  - Umschlag am Bahnhof Mengen von „Deponie Ringgenbach“ und am Bahnhof Bad Saulgau von Umladestelle Bad Saulgau sowie
  - Umschlag nur am Bahnhof Hanfertal.
- In Ulm werden die Container per Lkw vom Rangierbahnhof Ulm zum Müllbunker in der Müllverbrennungsanlage transportiert.

10.3 Andere Fraktionen

Die Entwicklung eines detaillierten Transportkonzeptes für die im Demonstrator unberücksichtigten Fraktionen ist nicht möglich, da hierfür die Kenntnis konkreter Transportrelationen Voraussetzung ist. Die Wertstofffraktionen Glas, Papier/Pappe/Karton und Metalle werden je nach Marktsituation zu verschiedenen Recyclingbetrieben gebracht. Ein länger gültiges Transportkonzept ist damit aufgrund ständig wechselnder Ziele nicht möglich. Dennoch können allgemeine Aussagen über das Transportkonzept getroffen werden.

Eine Einbindung in die Demonstratoren bzw. in das bestehende HzL-Güterverkehrskonzept ist grundsätzlich sinnvoll. Dies gilt insbesondere für die Mitbenutzung der Umschlagstellen und Ladegleise. Der Vorteil besteht darin, dass sich durch eine bessere Auslastung der vorhandenen Infrastruktur Kostenvorteile ergeben können.

Generell ist eine Verwertung der Abfälle in der Region anzustreben, um Umweltbelastungen, sowohl durch Straßen- als auch durch Schienenverkehre, zu minimieren. Wenn dies nicht möglich ist, sind aufgrund der relativ hohen Kosten und Umweltbelastungen durch Zulieferverkehre Ziele mit Gleisanschluss zu bevorzugen, sofern die Transportentfernung für einen Bahntransport geeignet ist.

Da die Demonstratoren und das bestehende Güterverkehrskonzept bereits recht gut ausgelastet sind, ist die verfügbare Kapazität für zusätzliche Transporte beschränkt. Beim Hinzukommen weiteren Transportvolumens wird unter Umständen die Kapazitätsgrenze überschritten, so dass die Erarbeitung eines neuen Konzeptes erforderlich ist. Darüber, wie dieses Konzept aussehen könnte, welche zusätzliche Infrastruktur oder welches Material zusätzlich erforderlich wäre und wie sich dies auf die Kosten auswirkt, kann keine allgemeine Aussage gemacht werden. Diese Fragen sind abhängig von der Menge und Art des Transportgutes, von der Transportrelation, Laufzeit der Transportverträge und der Entwicklung im

bestehenden Güterverkehr. Hier ist immer der Einzelfall zu betrachten, so wie dies auch im Rahmen der beiden Demonstratoren durchgeführt wurde.

10.4 Präsentation in den Landkreisen

10.4.1 Landkreis Biberach

Wie bereits mehrfach erwähnt, hat es sich für den Landkreis Biberach aus Kosten und Umweltgründen nicht als sinnvoll herausgestellt, einen Demonstrator für einen Schienentransport aus dem Landkreis Biberach zur Müllverbrennungsanlage TAD Ulm zu entwickeln. Daher wurde in Absprache mit dem Vertreter des Landkreises Biberach auf eine Präsentation des Ergebnisses von EBEK in den zuständigen politischen Gremien des Landkreises Biberach verzichtet. Stattdessen wurde eine schriftliche Information für den Kreistag des Landkreises Biberach verfasst, die nachfolgend in vollem Wortlaut wiedergegeben ist:

„Im Rahmen des BMBF-Forschungsprogramms „Optimale Transporte in der Kreislauf- und Abfallwirtschaft“ hat im Januar 2002 das Forschungsvorhaben „Entwicklung und Bewertung schienenverkehrsgestützter Entsorgungsketten für den ländlichen Raum“ (EBEK) begonnen. Partner des etwas mehr als zweijährigen Forschungsvorhabens sind vier Institute der Universität Stuttgart (Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen, Institut für Fördertechnik und Logistik / Abt. Lagertechnik und Logistik, Lehrstuhl für Abfallwirtschaft und Abluft / Arbeitsbereich Siedlungsabfall, Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik), die vier baden-württembergischen Landkreise Biberach, Sigmaringen, Tuttlingen und Zollernalbkreis, der Zweckverband Abfallverwertung Reutlingen-Tübingen sowie die Hohenzollerische Landesbahn AG.

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Erstellung einer Konzeption für eine schienenverkehrsgestützte Entsorgungskette für Siedlungsabfälle für die von den beteiligten Gebietskörperschaften gebildete Beispielregion "Alb-Donau", die die regionale Infrastruktur für die Abfallaufbereitung und -verwertung nutzt. Dabei soll insgesamt eine möglichst geringe Umweltbelastung durch die notwendigen Abfalltransporte unter Beachtung betriebswirtschaftlicher Erfordernisse erreicht werden.

Bei dem Vorhaben handelte es sich zunächst um eine grundsätzliche Untersuchung, in der geprüft werden sollte, unter welchen Randbedingungen es möglich ist, große Anteile der Mülltransporte auf die Schiene zu verlagern. Dabei war zunächst keine unmittelbare Umsetzung vorgesehen. Im Jahr 2003 wurde die Zielsetzung dahingehend verändert, ein Konzept

für den Schienentransport aus den beteiligten Landkreisen auszuarbeiten, das zum 01.07.2005 in die Praxis umgesetzt werden kann.

Ein solches Konzept wurde mittlerweile auch für den Landkreis Biberach erarbeitet. Es sieht vor, den Hausmüll, Sperrmüll und öffentlich gesammelten Gewerbemüll auf der Deponie Sommershausen in ACTS-fähige 20-Fuß-Container zu verladen, die zunächst mit Lastzügen zum Bahnhof Biberach gebracht werden, wo die Container auf Eisenbahntragwagen umgeladen werden. Dann werden diese Eisenbahnwagen im Rahmen der normalen Güterzugbedienung der DB Cargo zum Güterbahnhof Ulm gebracht. Von dort werden die Container wiederum per Lkw zum Müllbunker der Müllverbrennungsanlage der TAD Ulm gebracht. Der Lkw-Vergleichsfall geht von einem direkten Transport mit Walking-Floor-Lastzügen von der Deponie Sommershausen zur Müllverbrennungsanlage der TAD Ulm aus.

Es hat sich gezeigt, dass die vorgestellte Transportkette des Bahntransports für den Landkreis Biberach im Vergleich zum Lkw-Transport zu einer um ca. 50 % höheren Freisetzung von CO_2 führt. Dies ist angesichts der komplexen Transportkette mit Vor- und Nachläufen per Lkw bei einer insgesamt recht geringen Transportentfernung plausibel.

Aufgrund dieses Ergebnisses haben die Bearbeiter von EBEK entschieden, für den Landkreis Biberach die Idee des Bahntransports für den Hausmüll, Sperrmüll und öffentlich gesammelten Gewerbemüll nicht weiter zu verfolgen. Die Verwaltung des Landkreises Biberach schließt sich dieser Auffassung an.“

10.4.2 Landkreis Sigmaringen

Für den Landkreis Sigmaringen konnte zwar für alle drei in Kapitel 10.2 vorgestellten Alternativen nachgewiesen werden, dass diese umweltfreundlicher als der reine Straßentransport per Lkw sind, allerdings sind alle drei Varianten um das nahezu Doppelte teurer als der Straßentransport. Daher wurde in einer Vorbesprechung mit dem für EBEK verantwortlichen Ansprechpartner des Landkreises Sigmaringen festgelegt, die Ergebnisses von EBEK nicht in den zuständigen politischen Gremien des Landkreises Sigmaringen zu präsentieren, da der Kostenunterschied als unüberbrückbar hoch galt. Stattdessen wurden die Konzeption und die Ergebnisse von EBEK am 04.02.2004 von der EBEK-Projektleitung in einem persönlichen Gespräch dem Landrat des Landkreises Sigmaringen, Herrn D. Gaerte, dem Leiter des Eigenbetriebs Kreisabfallwirtschaft, Herrn A. Reger und dem für EBEK verantwortlichen Ansprechpartner aus dem Eigenbetrieb Kreisabfallwirtschaft, Herrn H. Fischer vorgestellt. Der Landkreis Sigmaringen wird zunächst den Straßentransport beibehalten und den Gedanken der schienengestützten Transportkette somit nicht weiterverfolgen.

10.4.3 Landkreis Tuttlingen

Im Landkreis Tuttlingen wurden die Konzeption und die Ergebnisse von EBEK von der EBEK-Projektleitung am 31.03.2004 dem Umwelt- und Verkehrsausschuss des Kreistags vorgestellt. Dabei wurden, wie in Kapitel 10.2 erläutert, für die Umladestellen die Varianten „Deponie Talheim“ und „Deponie Hasenholz“ entwickelt. Aufgrund der leicht negativen CO_2-Bilanz des Bahntransports im Vergleich zum Straßentransport nahm der Ausschuss den Bericht zur Kenntnis, sah aber keinen weiteren Handlungsbedarf.

10.4.4 Zollernalbkreis

Im Zollernalbkreis wurden die Konzeption und die Ergebnisse von EBEK von der EBEK-Projektleitung am 15.03.2004 dem Verwaltungs- und Technischen Ausschuss des Kreistags vorgestellt. Trotz des deutlichen Mehrpreises der schienengestützten Transportkette hat der Verwaltungs- und Technische Ausschuss des Kreistages des Zollernalbkreises sein hohes Interesse an der schienengestützten Transportkette bekundet und ein aus dem Bearbeiterkreis von EBEK hervorgehendes Konsortium von Einrichtungen der Universität Stuttgart bestehend aus dem Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen, dem Arbeitsbereich Siedlungsabfall des Lehrstuhls für Abfallwirtschaft und Abluft sowie dem Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik beauftragt, vertiefende Untersuchungen, insbesondere mit dem Ziel der Kostensenkung, durchzuführen. Hierfür wurde ausdrücklich die in EBEK vorgeschlagene Kooperation mit dem Zweckverband Abfallverwertung Reutlingen Tübingen bestätigt.

10.4.5 Zweckverband Abfallverwertung Reutlingen Tübingen

Der Verbandsversammlung des Zweckverbands Abfallverwertung Reutlingen Tübingen wurden die Konzeption und die Ergebnisse von EBEK am 27.02.2004 vorgestellt. Trotz des deutlichen Mehrpreises der schienengestützten Transportkette hat die Verbandsversammlung ihr hohes Interesse an der schienengestützten Transportkette bekundet und ein aus dem Bearbeiterkreis von EBEK hervorgehendes Konsortium von Einrichtungen der Universität Stuttgart bestehend aus dem Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen, dem Arbeitsbereich Siedlungsabfall des Lehrstuhls für Abfallwirtschaft und Abluft sowie dem Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik beauftragt, vertiefende Untersuchungen, insbesondere mit dem Ziel der Kostensenkung, durchzuführen. Hierfür wurde ausdrücklich die in EBEK vorgeschlagene Kooperation mit dem Zollernalbkreis bestätigt.

10.5 Weiteres Vorgehen

Wie bereits in Kapitel 1 dargelegt, handelt es sich bei EBEK um eine grundlegende Untersuchung, für die zunächst keine unmittelbare Umsetzung vorgesehen war. Für die beteiligten Gebietskörperschaften ergibt sich mit EBEK die Chance, ihre Position zu schienengestützten Abfalltransporten, die in der politischen Öffentlichkeit immer wieder vehement gefordert werden, auf einer wissenschaftlichen Grundlage zu überprüfen.

Ein eindeutiges Ergebnis ergibt sich für den Landkreis Biberach, für den ein schienengestützter Transport des Hausmülls, Sperrmülls und öffentlich gesammelten Gewerbemülls zur Müllverbrennungsanlage TAD Ulm weder ökonomisch noch ökologisch sinnvoll ist.
Die Landkreise Sigmaringen und Tuttlingen haben sich zunächst ebenfalls gegen eine Weiterverfolgung der Konzeption schienengestützter Transporte ausgesprochen. Im Landkreis Sigmaringen wird dies mit den höheren Kosten, im Landkreis Tuttlingen mit der höheren Umweltbelastung durch die Bahntransporte begründet.

Demgegenüber haben der Zollernalbkreis und der Zweckverband Abfallverwertung Reutlingen Tübingen die Ergebnisse von EBEK aufgegriffen und ein aus dem Bearbeiterkreis von EBEK hervorgehendes Konsortium von Einrichtungen der Universität Stuttgart bestehend aus dem Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen, dem Arbeitsbereich Siedlungsabfall des Lehrstuhls für Abfallwirtschaft und Abluft sowie dem Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik beauftragt, vertiefende Untersuchungen, insbesondere mit dem Ziel der Kostensenkung, durchzuführen. Sollte es möglich sein, durch weitergehende Maßnahmen die Kosten der schienenverkehrsgestützten Transportkette „in die Größenordnung“ des Straßentransports zu bringen, so könnten sich diese Gebietskörperschaften vorstellen, künftig die notwendigen Abfalltransporte nach Stuttgart-Münster mit einer schienengestützten Transportkette durchzuführen. Diese Untersuchung unter dem Namen „SABINA - Schienengestützte Abfalltransporte in der Region Neckar-Alb“ läuft derzeit noch. Beauftragt ist diese Untersuchung vom Abfallwirtschaftsamt des Zollernalbkreises. An der Finanzierung beteiligen sich der Zweckverband Abfallverwertung Reutlingen Tübingen, das Ministerium für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg sowie die Hohenzollerische Landesbahn AG. Auf der Grundlage der Ergebnisse dieser Studie, die im Frühjahr 2005 vorliegen werden, werden der Zollernalbkreis und der Zweckverband Abfallverwertung Reutlingen Tübingen endgültig über eine evtl. Aufnahme schienengestützter Abfalltransporte entscheiden.

11 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die Ergebnisse von EBEK für die Landkreise Zollernalbkreis, Tübingen und Reutlingen bilden die Grundlage für die Folge-Untersuchung „SABINA - Schienengestützte Abfalltransporte in der Region Neckar-Alb“, in der detailliert alternative Möglichkeiten für den gemeinsamen Abfalltransport auf der Schiene aus diesen drei Landkreisen zur Müllverbrennungsanlage nach Stuttgart-Münster untersucht werden.

Die Partner werden unabhängig von der konkreten Folgeuntersuchung die gewonnenen Erkenntnisse in künftigen Projekten nutzen können.

Die Einrichtungen der Universität Stuttgart berücksichtigen die Ergebnisse von EBEK in ihrer universitären Lehre.

Aufgrund des notwendigen starken Gebietsbezugs von EBEK ist eine unmittelbare Übertragbarkeit in andere Regionen nicht gegeben. Allerdings können die einzelnen Lösungsansätze und die Erfahrungen in der koordinierenden Projektentwicklung auf andere Räume und Anwendungsfälle übertragen werden.

12 Erfolgte und geplante Publikationen

Während der Projektlaufzeit wurde über EBEK nicht in öffentlichen Vorträgen oder in Publikationen berichtet. Dies geschah in Abstimmung mit den beteiligten Gebietskörperschaften, um die sensiblen internen Abstimmungen nicht durch von außen induzierte Unruhe zu gefährden.

Nach Projektabschluss erfolgten bislang zwei Veröffentlichungen:

- Wacker, M., M. Galster: EBEK - Development and evaluation of railbound waste disposal chains in rural areas (Abstract). In: Networks for Mobility (Proceedings of the international symposium 2004, Stuttgart). Hrsg.: Möhlenbrink et al. - Stuttgart: FOVUS, 2004-09-06, ISBN: 3-89301-180-3, Seite 71.
- Wacker, M., M. Galster: EBEK - Development and evaluation of railbound waste disposal chains in rural areas (Poster on CD). In: Networks for Mobility (Proceedings of the international symposium 2004, Stuttgart). Hrsg.: Möhlenbrink et al. - Stuttgart: FOVUS, 2004-09-06, ISBN: 3-89301-180-3.

Weitere Veröffentlichungen sind geplant.

Unabhängig von der oben gemachten Einschränkung hat EBEK sich an allen bisherigen Veranstaltungen des BMBF zum Förderschwerpunkt „Optimale Transporte in der Kreislauf- und Abfallwirtschaft“ beteiligt. Dies betrifft die Auftaktveranstaltung am 22. und 23. Januar 2002 in Karlsruhe und das 2. Statusseminar am 26. und 27. November 2003 in Dresden ebenso wie den Workshop zur Bestimmung der Umweltwirkungen am 12. März 2003 in Bonn. Auch bei der bevorstehenden Abschlussveranstaltung am 26. und 27. Januar 2005 in Hannover wird EBEK mit einem Beitrag vertreten sein. Ferner ist EBEK mit einer Kurzbeschreibung auf der Homepage des Förderschwerpunkts (http://www.kreislaufwirtschaft.net) vertreten.

Literatur- und Quellenverzeichnis

/Ballerin, 2000/

Ballerin, Ch.: Modellierung des Berufpendelverkehrs als Logistikprozess am Beispiel dynamischer Fahrgemeinschaften. Dissertation am IFT-LL, Universität Stuttgart, 2000.

/Bank, 1995/

Bank, M.: Basiswissen Umwelttechnik. Vogel Buchverlag, 1995.

/BASt, 2004/

Bundesanstalt für Straßenwesen: Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland 2002. Info 4/04
http://www.bast.de/htdocs/veroeffentlichung/bastinfo/info2004/info0404.htm, 17.10.2004

/BMV, 1993/

Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.): Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen. Bewertungsverfahren für den Bundesverkehrswegeplan 1992. Essen/Bonn 1993

/BMVBW, 2003/

Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. Verkehr in Zahlen 2003/2004. Berlin 2003

/Braunmiller, 1999/

Braunmiller, U.; Wörle, G.: Materialrecycling. Fraunhofer IRB Verlag, 1999.

/Cord-Landwehr, 2000/

Cord-Landwehr, K: Einführung in die Abfallwirtschaft. B.G. Teubner Stuttgart Leipzig, 2000.

/DB AG, 2002/

Deutsche Bahn AG (Hrsg.): Themendienst „Der Güterverkehr der Bahn: Pünktlicher, zuverlässiger, schneller – durch MORA C“. Berlin, 09.04.2002

/DB Netz AG, 2003/

DB Netz AG: Anlagenpreissystem. Gültig ab 01. 01. 2004

/Eisenbahnatlas 2000/

Eisenbahnatlas Deutschland. Schweers + Wall, Aachen 2000.

/Entsorga et. al , 2000/

Entsorga GmbH, VKS e. V.: Pflichtenheft des Projekt ILSE-Integrierte Logistik-Systeme für die Stadtentsorgung und Abfallsammelfahrzeug 2000. Entsorga Dokumente Nr. 4, 2000.

/Forcher 1996/

Forcher, R.: Entwurf einer Logistik-Dienstleistung zur Personenmobilität. Ein Beitrag der Logistik zur Gestaltung von Mehrfachnutzungssystemen für Personenkraftwagen. Dissertation am IFT-LL, Universität Stuttgart, 1996.

/Friess 2000/

Friess, G.: Beitrag zur Integration von Handelsdaten in den Informationsfluss der Wertschöpfungskette. Dissertation am IFT-LL, Universität Stuttgart, 2000.

/Galster et al. 2003/

Galster, M.; Schmid, V.; Kurrer, M.: Ergebnisprotokolle von Messfahrten zur Bestimmung von Streckenlänge, Längsneigung, Infrastrukturtyp und Verkehrssituation der zu untersuchenden Straßenabschnitte. Durchgeführt am 07.04.2003. Stuttgart 2003.

/Hösel et al.,1997/

Hösel; Bilitewski; Schenkel; Schnurer: Müllhandbuch. Erich Schmidt Verlag, 1997.

/Intraplan, VWI, 2000/

Intraplan Consult GmbH, Verkehrswissenschaftliches Institut an der Universität Stuttgart: Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des ÖPNV und Folgekostenrechnung, Version 2000. München, Stuttgart 2000

/Intraplan, VWI, 2001/

Intraplan Consult GmbH, Verkehrswissenschaftliches Institut an der Universität Stuttgart: Aktualisierung und Überarbeitung des Standardisierten Bewertungsverfahrens insbesondere für Maßnahmen außerhalb der Zentren von Ballungsräumen. München 2001

/IWW, Infras, 2004/

IWW, Infras: External Costs of Transport. Update Study. Zürich/Karlsruhe 2004

/Kessel+Partner, 2003/

Kessel+Partner Transport Consultants: Einrichtung/Beschleunigung intermodaler Verkehre - Schlussbericht. Freiburg, Mai 2003

/Lampatzer et al. 2000/

Lampatzer, R.; Schäfer, F.-P.; Wacker, M.; Fahl, U.; Liebscher, P.; Stekeler, J.; Voß, A.; Sanftleben, D.; Voß, G.: Vergleichende Untersuchung umwelt- und klimarelevanter Wirkung verschiedener Verkehrsmittel bei der Erfüllung aufgewählter Transportaufgaben im Güterverkehr; Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS). Universität Stuttgart, Institut für Straßen- und Verkehrswesen, Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energienanwendung, Stuttgart 2000.

/Landesvermessungsamt Baden-Württemberg 1998/

Landesvermessungsamt Baden-Württemberg: Amtliche Topographische Karte Baden-Württemberg 1:50.000 TOP 50. CD-Rom, Stuttgart, 1998.

/Münster, 1999/

Münster, H. P.: Die besondere Fraktion des NE-Metall-Recycling: Elektronikschrott. In VDI Berichte Nr. 1479, 1999.

/o. V., 2000/

Gleiszugänge werden größtenteils stillgelegt. In: Financial Times Deutschland, 22.11.2000

/Planco Consulting, 1993/

Planco Consulting, BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt, Heusch/Boesefeldt: Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen. Bewertungsverfahren für den Bundesverkehrswegeplan 1992. Essen/Bonn 1993

/Planco Consulting, 1998/

Planco Consulting, Heusch/Boesefeldt: Numerische Aktualisierung interner und externer Beförderungskosten für die Bundesverkehrswegeplanung (BVWP). Essen/Aachen 1998

/Rauh et al. 2004/

Rauh, T.; Meyer, P.: Schienengebundene Güterverkehre in der Kreislauf- und Abfallwirtschaft. In: Eisenbahntechnische Rundschau 53, 2004.

/Roos, 1991/

Roos, H. J: Prüfung des Konzepts zur Sanierung und Ertüchtigung der Müllverbrennungsanlage TWS/DKW Münster, 1991.

/Roos, 2000/

Roos, H. J.: Anwendung standardisierter mobiler elektronischer Datenspeicher (RFID Technology) in der Logistik. Vortrag vom 28.09.2000 in Wildau auf der 1. Intern. Logistikkonferenz im Rahmen der 4. Brandenburgischen Wirtschaftswochen, publ. in ISBN: 3-9806460-7-6, 2000.

/RV BO + RV NA/

Regionalverband Bodensee-Oberschwaben und Regionalverband Neckar-Alb: Materialien: Kiestransport auf der Schiene – Konzeptstudie für den Kiestransport in den Regionen Bodensee-Oberschwaben und Neckar-Alb. Mössingen/Ravensburg, November 1997

/RV NA, 1995/

Regionalverband Neckar-Alb: Regionalplan Neckar-Alb 1993. Mössingen 1995

/RV NA, 1999/

Regionalverband Neckar-Alb (Hrsg.): Materialien: Mehr Güter auf die Schiene in der Region Neckar-Alb, Studienprojekt von Andreas Hülsheger am Institut für Regionalwissenschaft der Universität Karlsruhe. Karlsruhe/Mössingen 1999

/RV NA, o. J. 1/

Regionalverband Neckar-Alb: Anbindung des Oberzentrums Reutlingen/Tübingen an das Parcel InterCity-Netz
http://www.regionalverband-neckar-alb.de/projekte/gv-parcel-ic.htm, 05. Juli 2004

/RV NA, o. J. 2/

Regionalverband Neckar-Alb: Containerverkehr - Anbindung der Region Neckar-Alb an den Containerverkehr
http://www.regionalverband-neckar-alb.de/projekte/gv-container.htm, 05. Juli 2004
http://www.regionalverband-neckar-alb.de/materialien/mat_gueterverkehr.htm, 05. Juli 2004

/Scheffler et. al., 1998/

Scheffler, M.; Feyrer, K.; Mathias, K.: Fördermaschinen. Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden, 1998.

/Schmid 2003/

Schmid, V.: Reaktivierte Nebenbahnen und alternative Buskonzepte, Vergleich von ökologischen Wirkungen. Universität Stuttgart, Institut für Straßen- und Verkehrswesen, 2003.

/Schmid et al. 2001/

Schmid, V. ; Wacker, M.; Kürbis, I.; Krewitt, W; Friedrich, R.: Systematischer Vergleich konkreter Fahrten im Personenverkehr im Hinblick auf umwelt- und klimarelevante Wirkungen verschiedener Verkehrsmittel, Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung, Stuttgart 2001.

/Schneider et al, 2000/

Schneider, S.; Bierwirth, Ch.; Klöpfer H.: Von der Pinnwand zum Aktionshaus. In: Logistik Heute 4/2000.

/Schneider et al, 2001/

Schneider, S.; Bierwirth, Ch.; Klöpfer H.: Elektronische Märkte für Transportleistungen. Download aus www.logistik.uni-bremen.de/publikationen, September 2001.

/Schneider et al, 2003/

Schneider, S.; Bierwirth, Ch.; Klöpfer H.: Elektronische Märkte für Transportleistungen. Download aus: www.logistik.uni-bremen.de/publikationen, Januar 2003.

/Statistisches Bundesamt, 2004/

Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 2004 für die Bundesrepublik Deutschland. Wiesbaden 2004

/StZ, 2002/

Michael Petersen: Tonnenweise kommt der Kies auf die Schiene. Stuttgarter Zeitung vom 06. Dezember 2002

/Wamser, 2001/

Wamser, C: Strategisches Electronic Commerce. Verlag Franz Vahlen, 2001.

/Umweltbundesamt 1999/

Umweltbundesamt 1999: Handbuch für Emissionsfaktoren. Version 1.2. INFRAS AG. Bern 1999.

Entwicklung und Bewertung schienenverkehrsgestützter Entsorgungsketten für den ländlichen Raum

im Rahmen des BMBF-Forschungsbereichs
„Optimale Transporte in der
Kreislauf- und Abfallwirtschaft“

Anhang zum Schlussbericht

Dezember 2004

Universität Stuttgart

Hohenzollerische Landesbahn AG

Verzeichnis der Anhänge

Anhang 3-1: Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in der Region 1

Einwohnerentwicklung 1

Fläche, Gemeinden u. Bevölkerungsdichte 1

Aufkommen an Haus- und Sperrmüll 2001 (ohne Wertstoffe und Bio-/Grünabfälle) 2

Aufkommen an Haus- und Sperrmüll 1996 (ohne Wertstoffe und Bio-/Grünabfälle) 2

Müllentwicklung bis 2010 3

Wertstoffaufkommen 2001 3

Wertstoffaufkommen 1996 4

Wertstoffaufkommen nach Art der Erfassung 2001 4

Wertstoffaufkommen 2001 (ohne Bio- / Grünabfälle) 5

Wertstoffhöfe: Anzahl und erfasste Mengen 2001 5

Bio- und Grünabfälle aus getrennter Erfassung 2001 6

Grün- und Biomüll aus getrennter Erfassung 1996 6

Aufkommen an Gewerbe- und Baustellenabfällen einschließlich Rückständen aus Sortieranlagen 2001 7

Aufkommen an Gewerbe- und Baustellenabfällen 1996 7

Elektro- / Elektronikschrott sowie Leuchtstoffröhren aus getrennter Erfassung 2001 8

Hausmülldeponie 8

Anhang 5-1: Vorgesehene Umschlagplätze 9

Tübingen alter Güterbahnhof 9

Reutlingen 10

Hechingen 11

Immendingen 12

Mengen 13

Hanfertal 14

Bad Saulgau 15

Krauchenwies 16

Anhang 5-2: Transportketten 17

Untersuchungsraum 17

Kreise Tübingen und Reutlingen 18

Zollern-Alb-Kreis 18

Kreis Sigmaringen 19
Kreis Tuttlingen 20

Anhang 6-1: Optimierung Fahrzeug-, Behälter-, Umschlagtechnik 21

Anhang 7-1: Frachtbörsen 24

Anhang 7-2: Beispiele für Wertstoffbörsen 25

Anhang 9-1: Umweltwirkungen 35

Demonstrator I 35
Demonstrator II 39

Anhang 3-1: Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in der Region

Einwohnerentwicklung

	1996		**2001**		**2010**
Tuttlingen	130.451	+	133.001	+	134.757
Reutlingen	273.620	+	279.117	+	279.580
Tübingen	204.960	+	209.486	+	210.285
Zollernalbkreis	192.866	+	193.196	-	191.032
Biberach	176.440	+	183.814	+	186.240
Sigmaringen	131.223	-	133.544	+	135.719
Insgesamt	**1.109.560**	**+**	**1.121.710**	**+**	**1.137.613**

Fläche, Gemeinden u. Bevölkerungsdichte

	Gemeinden Anzahl	**Bevölkerungsdichte [E/km²]**	**Fläche [ha]**
Tuttlingen	35	181	73.435
Reutlingen	27	255	109.414
Tübingen	14	402	519
Zollernalbkreis	25	210	917
Biberach	45	130	140.982
Sigmaringen	25	111	120.436
Insgesamt	**171**	**214,8**	**445.703**

Aufkommen an Haus- und Sperrmüll 2001 (ohne Wertstoffe und Bio-/Grünabfälle)

	Aufkommen insgesamt		**davon**			
	Summe [t]	**Summe [kg/ E*a]**	**Hausmüll [t]**	**Hausmüll [kg/ E*a]**	**Sperrmüll [t]**	**Sperrmüll [kg/ E*a]**
Tuttlingen	19.284	145	17.530	131	1.754	13
Reutlingen	35.669	128	32.976	118	2.693	10
Tübingen	22.281	106	19.034	91	3.247	15
Zollernalbkreis	16.927	88	14.413	75	2.514	13
Biberach	28.649	156	26.527	144	2.122	12
Sigmaringen	10.256	77	9.569	72	687	5
Insgesamt:	**133.066**	**117**	**120.049**	**105**	**13.017**	**11**

Aufkommen an Haus- und Sperrmüll 1996 (ohne Wertstoffe und Bio-/Grünabfälle)

	Aufkommen insgesamt		**davon**			
	Summe [t]	**Summe [kg/ E*a]**	**Hausmüll [t]**	**Hausmüll [kg/ E*a]**	**Sperrmüll [t]**	**Sperrmüll [kg/ E*a]**
Tuttlingen	19.034	147	-	-	-	-
Reutlingen	40.979	150	39.026	143	1.953	7
Tübingen	19.148	94	-	-	-	-
Zollernalbkreis	21.077	110	18.609	97	2.468	13
Biberach	26.047	148	24.537	139	1.510	9
Sigmaringen	18.144	139	-	-	-	-
Insgesamt:	**144.429**		**145.217**		**3.978**	

Müllentwicklung bis 2010

	Hausmüll [kg/ E*a]	**Sperrmüll [kg/ E*a]**	**Papier Pappe [kg/ E*a]**	**Glas [kg/ E*a]**	**Kunst-stoffe [kg/ E*a]**	**Bioabfall *[kg/ E*a]***
Tuttlingen	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Reutlingen	118	13	84	33	14	35
Tübingen	90	15	86	32	18	35
Zollernalbkreis	80	19	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Biberach	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Sigmaringen	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Insgesamt:	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.

Wertstoffaufkommen 2001

	PPK		**Glas**		**Metalle**		**Kunststoffe**	
	[t]	**[kg/ E*a]**	**[t]**	**[kg/ E*a]**	**[t]**	**[kg/ E*a]**	**[t]**	**[kg/ E*a]**
Tuttlingen	10.122	76	3.931	29	3.335	25	1.874	14,1
Reutlingen	23.231	84	9.330	34	2.910	10	3.798	13,7
Tübingen	18.112	86	6.335	30	2.932	14	2.975	14,2
Zollernalbkreis	14.921	77	5.799	30	4.801	25	2.536	13,1
Biberach	15.646	85	5.802	32	3.824	21	1.826	10
Sigmaringen	10.226	77	3.614	27	2.729	20	943	7,1
Insgesamt:	**92.258**		**34.811**		**21.299**		**13.551**	

Wertstoffaufkommen 1996

	PPK		Glas		Metalle		Kunststoffe	
	[t]	[kg/ E*a]	[t]	[kg/ E*a]	[t]	[kg/ E*a]	[t]	[kg/ E*a]
Tuttlingen	8.834	68	3.806	29	3.485	27	1.405	11
Reutlingen	19.653	72	8.205	30	2.903	11	3.159	12
Tübingen	15.791	77	6.239	30	2.171	11	2.354	11
Zollernalbkreis	12.278	64	5.526	28,6	2.847	15	2.284	12
Biberach	15.136	92	4.837	27	3.817	22	2.289	13
Sigmaringen	9.439	72	4.128	31	5.179	39	1.188	9
Insgesamt:	**81.131**		**32.741**		**20.402**		**12.679**	

Wertstoffaufkommen nach Art der Erfassung 2001

	Aufkommen an Wertstoffen insgesamt		Davon über			
			Einstoff-behälter, Depot-container und zentrale Sammel-stellen	Abhol-aktionen	Wertstoff-gemische aus Haushalten, Wertstoffe aus Sperrmüll	Wertstoffe aus Gewerbe, aus Bau-stellenabfällen und Bauschutt
	[t]	[kg/ E*a]	[kg/ E*a]			
Tuttlingen	23.912	179	104	30	27	19
Reutlingen	44.333	159	63	75	21	-
Tübingen	35.977	172	56	95	21	-
Zoller-nalbkreis	33.764	175	104	45	26	-
Biberach	31.609	172	137	35	-	-
Sigmaringen	20.854	156	135	8	13	-
Insgesamt:	**190.449**					

Wertstoffaufkommen 2001 (ohne Bio- / Grünabfälle)

	Wertstoffaufkommen			
	insgesamt		**darunter Erfassung über die DSD**	
	[t]	**[kg/ E*a]**	**[t]**	**[kg/ E*a]**
Tuttlingen	23.912	179	9.813	74
Reutlingen	44.333	159	20.837	75
Tübingen	35.977	172	15.085	72
Zollernalbkreis	33.764	175	14.440	75
Biberach	31.609	172	11.963	65
Sigmaringen	20.854	156	8.605	64
Insgesamt:	**190.449**		**80.743**	

Wertstoffhöfe: Anzahl und erfasste Mengen 2001

	Wertstoffhöfe	**Wertstoffe**	
	Anzahl	**[t]**	**[kg/ E*a]**
Tuttlingen	3	559	4,2
Reutlingen	2	3.197	11,5
Tübingen	1	3.990	19,0
Zollernalbkreis	10	4.585	23,8
Biberach	40	21.891	119,1
Sigmaringen	24	8.622	64,6
Insgesamt:	**80**	**42.844**	

Bio- und Grünabfälle aus getrennter Erfassung 2001

	Aufkommen an Bio- und Grünabfällen					
	insgesamt		**davon**			
			Bioabfälle		**Grünabfälle**	
	[t]	**[kg/ E*a]**	**[t]**	**[kg/ E*a]**	**[t]**	**[kg/ E*a]**
Tuttlingen	18.042	135	8.174	61	9.868	74
Reutlingen	52.343	188	14.818	53	37.525	135
Tübingen	17.018	81	6.603	32	10.415	50
Zoller-nalbkreis	18.594	96	10.806	56	7.788	40
Biberach	5.456	30	0	0	5.456	30
Sigmaringen	9.744	73	0	0	9.744	73
Insgesamt:	**121.197**		**40.401**		**80.796**	

Grün- und Biomüll aus getrennter Erfassung 1996

	Aufkommen an Bio- und Grünabfällen					
	insgesamt		**davon**			
			Bioabfälle		**Grünabfälle**	
	[t]	**[kg/ E*a]**	**[t]**	**[kg/ E*a]**	**[t]**	**[kg/ E*a]**
Tuttlingen	14.142	116	-	-	-	-
Reutlingen	34.157	125	14.402	53	19.755	72
Tübingen	13.674	67	-	-	-	-
Zoller-nalbkreis	23.955	124	14.538	75	9.417	49
Biberach	3.738	21	-	-	3.738	21
Sigmaringen	1.418	8	-	-	-	-
Insgesamt:	**78.084**		**1.538**		**13.155**	

Aufkommen an Gewerbe- und Baustellenabfällen einschließlich Rückständen aus Sortieranlagen 2001

	Aufkommen insgesamt		**darunter Rückstände aus Sortieranlagen**	
	[t]	**[kg/ E*a]**	**[t]**	**[kg/ E*a]**
Tuttlingen	9.509	71	1.177	9
Reutlingen	7.093	26	2.529	9
Tübingen	7.071	34	1.935	9
Zollernalbkreis	14.656	76	1.863	10
Biberach	11.860	65	0	0
Sigmaringen	2.411	18	1.482	11
Insgesamt:	**52.600**		**8.986**	

Aufkommen an Gewerbe- und Baustellenabfällen 1996

	Aufkommen insgesamt	
	[t]	**[kg/ E*a]**
Tuttlingen	12.624	97
Reutlingen	12.604	46
Tübingen	9.493	46
Zollernalbkreis	13.090	68
Biberach	11.537	65
Sigmaringen	8.141	62
Insgesamt:	**68.083**	

Elektro- / Elektronikschrott sowie Leuchtstoffröhren aus getrennter Erfassung 2001

	Elektro-/ Elektronik-schrott, Leuchtstoff-röhren	**davon**			
		Kühlgeräte	**andere Hausgeräte**	**Büro-, Info-, Kommunika-tionsgeräte**	**Leucht-stoff-röhren**
	[t]				
Tuttlingen	351	209	0	140	2
Reutlingen	921	151	463	303	4
Tübingen	1137	285	311	539	3
Zoller-nalbkreis	882	259	163	456	3
Biberach	924	204	307	411	2
Sigmaringen	127	62	0	63	2
Insgesamt:	**4.342**	**1.170**	**1.244**	**1.912**	**16**

Hausmülldeponie

Kreis	**Standort**	**Einbauvolumen [m^3 im Jahr 2001]**	**Deponie-restvolumen [m^3 am 31.12.2001]**
Tuttlingen	Talheim	39.989	466.400
Reutlingen	Reutlingen (Schinderteich) ZAV	53.000	427.000
Tübingen	Dußlingen (Rahnsbach) ZAV nur noch sehr kleine Mengen	3.730	397.000
Zoller-nalbkreis	Hechingen-Schlatt (Sauloch)	23.710	1.200.918
Biberach	Gutenzell-Hürbel (Reinstetten)	39.700	176.875
Sigmaringen	Meßkirch-Ringgenbach	27.500	226.970

Anhang 5-1: Vorgesehene Umschlagplätze

Tübingen alter Güterbahnhof

Das benötigte Gelände liegt am östlichen Ende des Tübinger Güterbahnhofs. Es gehört der DB AG, die Ladegleise sind schon heute von der HzL im Rahmen Ihres Güterverkehr-Kooperationsvertrages mit der DB von der HzL angemietet. Weitere Gleise werden zur Zufahrt und zur Zugbildung benötigt und sind ebenfalls bei der DB angemietet. Fläche für das rangieren von LKWs sowie ggf. zum Abstellen von Containern ist vorhanden. Das Gelände verfügt über einen sehr guten Anschluss ans Straßennetz.

Reutlingen

Im Bereich des ehemaligen Güterbahnhofs Reutlingen (nördlich des Hauptbahnhofs) sind sowohl die Gleisanlagen als auch die Verkehrsflächen im Besitz der Deutschen Bahn AG, werden jedoch derzeit nicht genutzt. Es handelt sich um großflächige Anlagen. Von Seiten der Stadt existiert die Überlegung, an dieser Stelle ein Logistikzentrum für den kombinierten Verkehr zu errichten.
Die Stadt Reutlingen hat signalisiert, dass sie bei Aufnahme von Bahnverkehren bereit wäre, die benötigte Infrastruktur von der DB zu erwerben und dem Betreiber zur Verfügung zu stellen.

Hechingen

Am nördlich des Personenbahnhofs in Hechingen sind großzügige Flächen vorhanden. Ein bestehendes Ladegleis der Länge von 90 m befindet sich im Besitz der HzL. Eine Verlängerung auf eine Nutzlänge von rd. 120 m wäre mit geringem Aufwand möglich. Das Gleis kann für den Umschlag der Müllcontainer genutzt werden. Verkehrsfläche (Ladestraße, Rangierfläche für LKWs, Abstellfläche für Container) ist in ausreichendem Maße vorhanden. Sie ist überwiegend in Besitz von DB Immobilien und muss angemietet werden. Eine Überprüfung, ob die gesamte Fläche und damit das Ladegleis in vollem Umfang zur Verfügung stehen steht noch aus.

Immendingen

In Immendingen steht ein Gleis der Länge von 420 m zur Verfügung. Im hinteren Bereich des Gleises befindet sich eine Kopf- und Seitenrampe, an der die Bundeswehr Transporte durchführt. Das Gleis müsste durch die HzL angemietet werden. Nach Angaben der DB befindet sich neben dem Gleis eine Ladestraße, die fast auf der gesamten Länge befestigt und asphaltiert ist. Eine Begehung bestätigte diese Aussage aber nicht.

Mengen

Am Bahnhof Mengen ist eine Ladegleises von ca. 150 m Länge vorhanden, das von der HzL im Rahmen ihrer Kooperation mit der DB von dieser angemietet ist. Gleis und Ladestraße befinden sich im Eigentum der DB.

Hanfertal

Am Bahnhof Hanfertal stehen zwei Gleise mit ca. 100 m Länge zur Verfügung. Verkehrsfläche ist in ausreichendem Maße vorhanden. Sowohl die Gleise als auch die Ladestraße befinden sich im Eigentum der HzL.

Bad Saulgau

Am Bahnhof Saulgau ist ein Ladegleis von ca. 100 m Länge von der HzL angemietet. Es gibt bei der DB, dem Eigentümer dieses Gleises Überlegungen, die Ladestraße an einen Grundstücksnachbar zu verkaufen.

Krauchenwies

In Krauchenwies ist ein Gleis der Länge von ca. 350 m ist vorhanden. Es befindet sich im Besitz der DB und ist von der HzL angemietet. Für den Umschlag der Müllcontainer ist genügend Fläche vorhanden, die sich allerdings in Privatbesitz befindet und angemietet werden müsste.

Anhang 5-2: Transportketten

Untersuchungsraum

Abbildung 1-1: Landkreise

Kreise Tübingen und Reutlingen

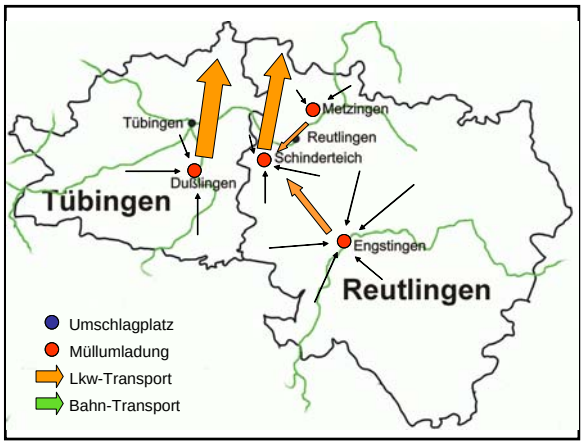


Abbildung 2-1: Vergleichsszenario Lkw

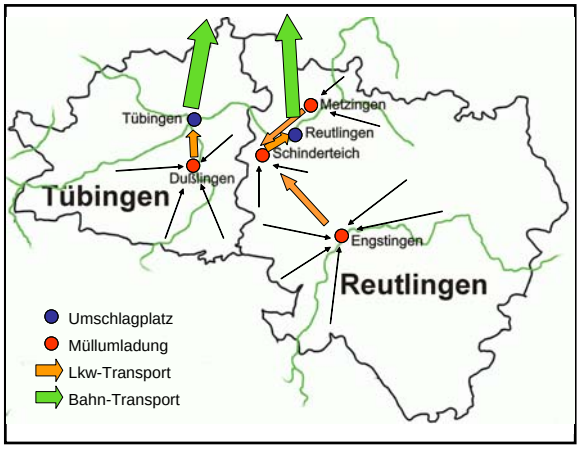


Abbildung 2-2: Variante Reutlingen/Tübingen

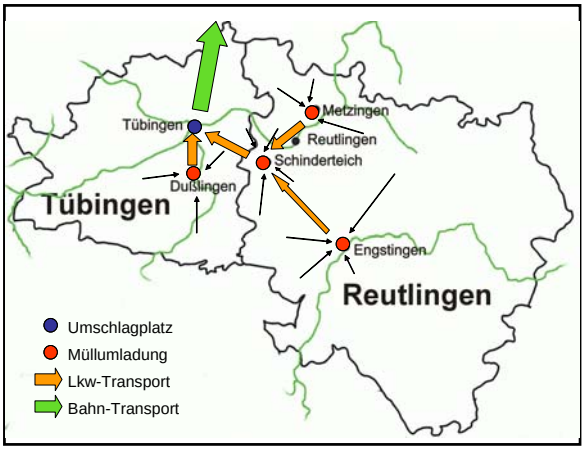


Abbildung 2-3: Variante Tübingen

Zollern-Alb-Kreis

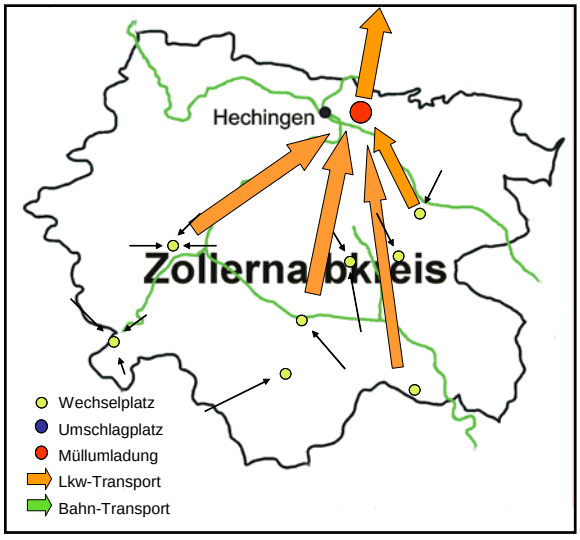


Abbildung 3-1: Vergleichsszenario Lkw

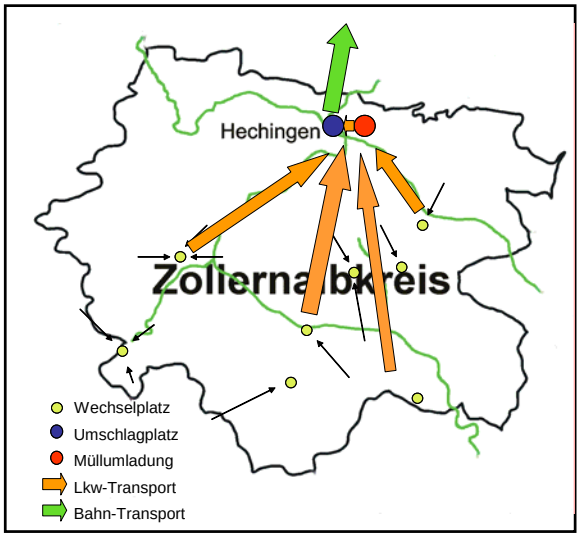


Abbildung 3-2: Bahntransport

Kreis Sigmaringen

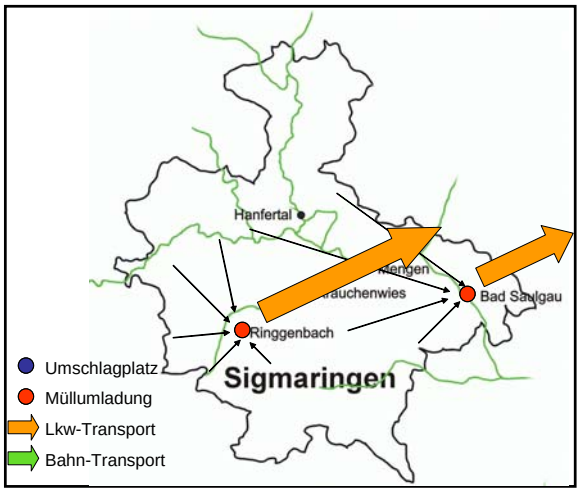


Abbildung 4-1: Vergleichsszenario Lkw

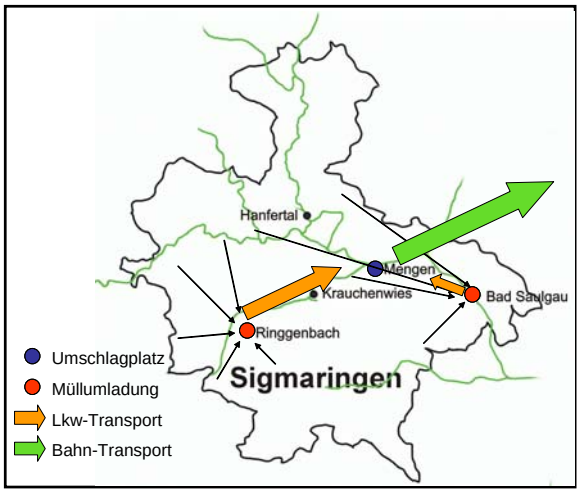


Abbildung 4-2: Variante Mengen

Abbildung 4-3: Variante Hanfertal

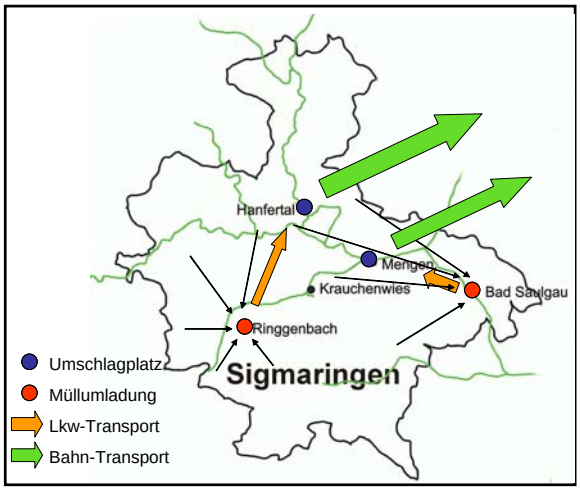


Abbildung 4-4: Variante Mengen/Hanfertal

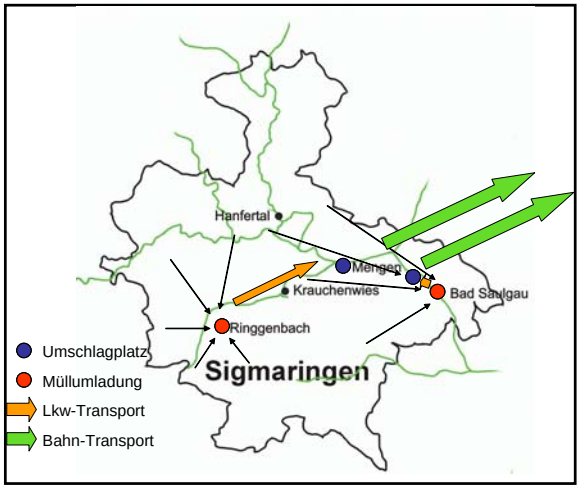


Abbildung 4-4:Variante Mengen/Bad Saulgau

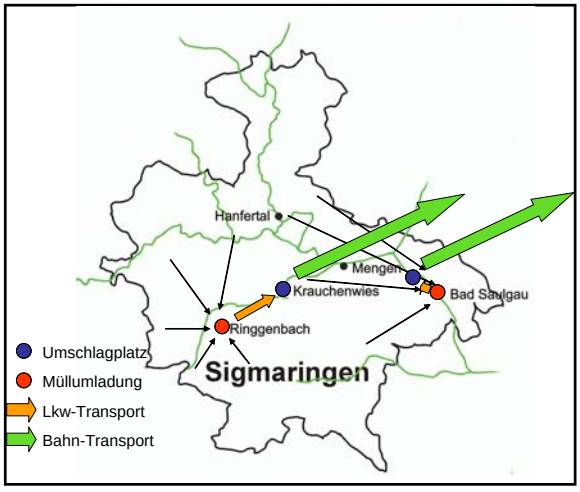


Abbildung 4-5:Variante Krauchenwies/Bad Saulgau

Kreis Tuttlingen

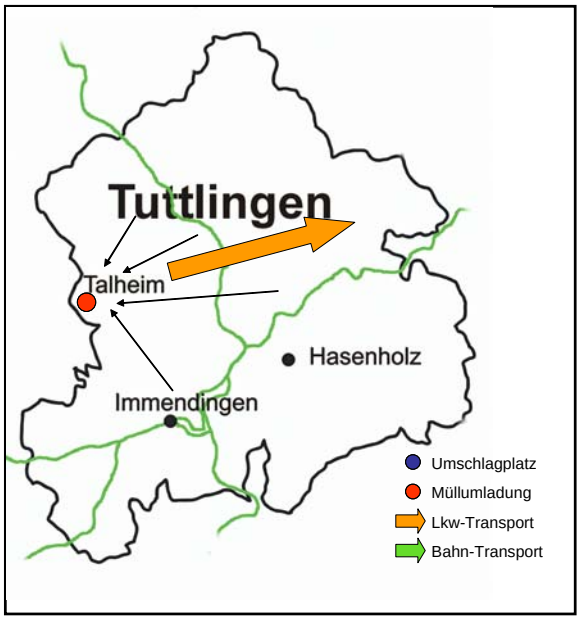


Abbildung 5-1: Lkw (Talheim)

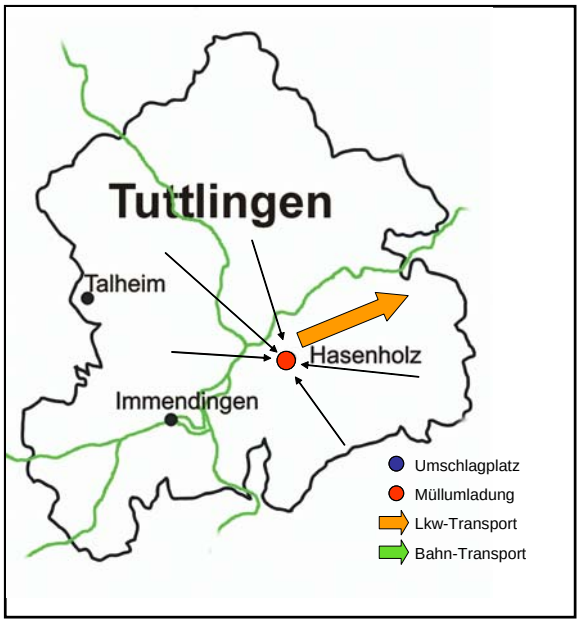


Abbildung 5-2: Lkw (Hasenholz)

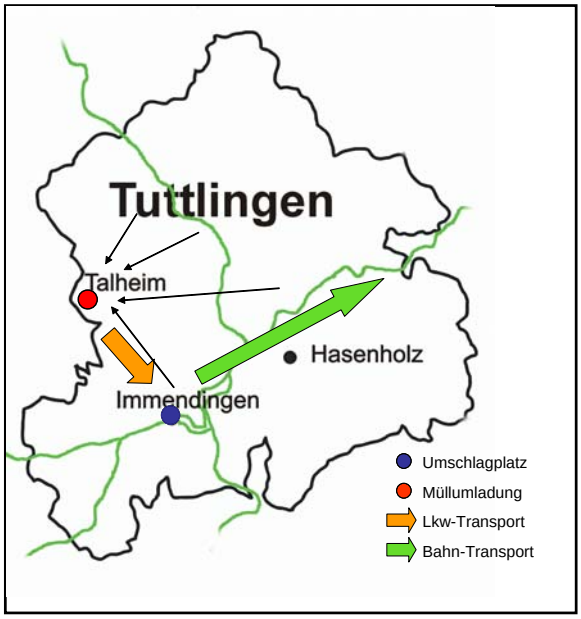


Abbildung 5-3: Bahntransport (Talheim)

Abbildung 5-4: Bahntransport (Hasenholz)

Anhang 6-1: Optimierung Fahrzeug-, Behälter-, Umschlagtechnik

	Anforderung		Norm	Bemerkung
Geometrie/ Maße	Breite x Länge x Höhe	Entsprechend 20 Fuß Wechselbehälter	DIN 15190 Teil101 DIN ISO 668	
	Sonst. Hauptabmessungen			
Allg. Anforderungen	Transportbelastbarkeit		DIN 283	
	physikalische Prüfverfahren		DIN 283	
	Ladungsverdichtung	2-3fach		
	Leergewicht	Max 3,5t		Auf gewichtsoptimierte Konstruktion achten => Leergewicht kleiner 3t ideal
	Zuladung	Ca. 10t		Entsprechend der Restzuladung des LKW (Wechselpritsche)
	Nutzvolumen	ca. 26m³		entspr. ca. Georg SMART
Transport	per LKW	Für Standardwechselcontainer /Wechselbrücken	DIN 70014 Teil1 DIN 15190 Teil101 DIN 284	
		Für Hakenliftcontainer	DIN 30722	
	per Bahn	Standardwechselcontainer / Wechselbrücken	DIN 15190 Teil101 DIN 284	Kombilifter, WAS- Wagons
	per Binnenschiff	Standardwechselcontainer	DIN 15190 Teil101 DIN 284	
Handhabung/ Lagerung	kranbar	Greifzangen, Spreader	DIN 15190 Teil 101 DIN 284	Obere & untere Eckbeschläge für Transport und Handhabung
	Arretierung über Twist-Lock- Verschluss auf LKW		DIN 15190 Teil 101 DIN 284 DIN ISO 1161	
	stapelbar	2- fach	DIN 15190 Teil 101	
	Stehende Lagerung		DIN 15190 Teil 101 DIN 284	automatisiertes Stützbein
	Liegende Lagerung			Aufnahme per Hakenlift
	Entleerung durch kippen			

	Anforderung		**Norm**	**Bemerkung**
Konstruktion	Geschlossener Behälter mit Be- und Entladeöffnungen			
	Stützbeine		DIN 15190 Teil 101 DIN 284	
	Eckbeschläge		DIN 15190 Teil 101 DIN ISO 1161 DIN 284	
	Greifkanten		DIN 15190 Teil 101 DIN 284	
	Containerboden	Geeignet für Stückgut und entsprechende Fördermittel	DIN 284 DIN 15190	
	Kippmöglichkeit			
	Reinigungsmöglichkeit mit Druckwasser			
	Belastung auf Zug			Beim Kippen wirken Zugkräfte auf Container
Be- & Entladungsmöglichkeiten	Verbindung zur Presse / Schüttung	Beladeöffnung für Siedlungsabfälle		**geruchsdicht**
	Hecklappe	Zur Entladung von Siedlungsabfällen und Schüttgütern		geruchsdicht
		Zur Be- und Entladung von Stückgut		
	Schüttöffnungen an der Oberseite	Zur Beladung mit Schüttgütern		Müssen vorherrschendem Pressdruck standhalten. Nur wenn Beladung mit Schüttgut vorgesehen

	Anforderung		**Norm**	**Bemerkung**
Transportgut	Haus-, Rest-, Biomüll,	-wasserdicht gegen Ein-dringen -wasserdicht gegen Auslaufen -geruchsdicht -Oberflächen stark schmutz-abweisend -staubdicht -gut zu reinigen		Alternative zur Schmutzabweisung: Verhindern, dass Container verunreinigt wird?
	Wertstoff, Papier, DSD ...	-wasserdicht gegen Auslaufen -staubdicht		Verhinderung der Verunreinigung durch vorherigen Mülltransport
	Stückgut	Sicherung der Ladung muss möglich sein		
	Schüttgüter	-wasserdicht gegen Ein-dringen -staubdicht		Verhinderung der Verunreinigung durch vorherigen Mülltransport

Aufgeführte Normen:

DIN EN 283	**Wechselbehälter**- Prüfung	Aug 91
DIN EN 284	**Wechselbehälter der Klasse C**- Maße und allgemeine Anforderungen	Apr 92
DIN EN 284/A1	**Wechselbehälter der Klasse C**- Maße und allgemeine Anforderungen *(Entwurf)*	Aug 96
DIN ISO 668	**ISO Container der Reihe 1**- Klassifikation, Maße, Gesamtgewichte	Okt 99
DIN ISO 1161	**ISO Container der Reihe 1-** Eckbeschläge, Gesamtgewichte	Jul 81
DIN 15.190- Teil101	**Binnencontainer**- Hauptmaße, Eckbeschläge, Prüfungen	Apr 91
DIN 30722-1	**Abrollkipperfahrzeuge - Wechsellader- Einrichtung Abrollbehälter**- Teil 1: Abrollkipperfahrzeuge bis 32t, Abrollbehälter System 1570 aus Stahl *(Entwurf)*	Dez 99
DIN 30722-2	**Abrollkipperfahrzeuge - Wechsellader- Einrichtung Abrollbehälter**- Teil 2: Abrollkipperfahrzeuge bis 26t, Abrollbehälter System 1570 aus Stahl *(Entwurf)*	Dez 99
DIN 30722-3	**Abrollkipperfahrzeuge - Wechsellader- Einrichtung Abrollbehälter**- Teil 3: Abrollkipperfahrzeuge bis 10t, Abrollbehälter System 900 aus Stahl *(Entwurf)*	Dez 99
DIN 70014- Teil1	**Fahrzeuge für den Transport von Wechselbehältern**- Anschlussmaße	Jun 77

Anhang 7-1: Frachtbörsen

Die folgenden Frachtbörsen sind Stand 02.04.2004 im Internet zu finden:

www.3t-cargo.com
www.benelog.com
www.blotec.com
www.box24.de
www.bwv.de
www.cargex.de
www.cargo4u.com
www.cargoclix.com
www.cargodirekt.de
www.cargofinder.com
www.cargomaster.de
www.cargomile.com
www.cargonow.com
www.cargopool.de
www.cargopool.com
www.cargorent.de
www.coolload.com
www.dbstv.de
www.delego.com
www.e-schindler.de
www.eurotrans.com
www.euroshell.de
www.expressboerse.de
www.fas-web.de
www.frachten.com
www.fiege.de
www.fleetboard.com
www.fracht-24.de
http://fracht.haendlerkette.de
www.frachtenboerse.schenker.de
www.frachtmarkt.de
www.frachtnetz.com
www.freecargo.com
www.freightmarket.com
www.glomap.com
www.intercargoline.de
www.interlogistica.com
www.kurier.com
www.kurier.de
www.ladex.de
www.ladungen.de
www.ladungssuche.de
www.leertour.de
www.lkwonline.de
www.logisped.de
www.marketrans.com
www.mycargo.de
www.nolis.info
www.nordtrans.com
www.removal.com
www.spedi.de
www.spedition.de
www.stoffstrom.de
www.svg-frachten.de
www.teleroute.de
www.transportunternehmen.de
www.timocom.de
www.teletransport.net
www.translogistica.com
www.transporte.de
www.trans-market.net
www.transport2010.de
www.transportunternehmen.de
www.transportweb.de
www.truxter.com

Anhang 7-2: Beispiele für Wertstoffbörsen

Abfallshop.de ist ein Internet-Portal für die Abfallentsorgung. Es wird von Dr. Eckhard Voß - einem promovierter Chemiker - und Georg Mechsner betrieben. Der Firmensitz der Abfallshop GmbH befindet sich in 21149 Hamburg, Deutschland.
In der Entsorger-Datenbank kann schnell und gezielt nach regionalen Entsorgern gesucht werden. Außerdem bietet Abfallshop.de weitere Serviceleistungen, wie beispielsweise Infos zu über 45 Abfallarten, zu möglichen Logistikvarianten oder zu kostenlosen Rücknahmesystemen. In einem Entsorgungsforum kann auf das Online-Wissen vieler Abfallexperten zugegriffen werden.
Positiv fällt bei Abfallshop.de das Vorhandensein der drei Funktionalitäten: Informations- und Linksammlung, Produktkataloge und Prozessintegration auf.

Name	Abfallshop.de
URL	http://www.abfallshop.de/
Betreiber	Abfallshop GmbH
Teilnehmer	Anonyme Personen Registrierte Entsorger
Gebühren	Gegen Rechnung
Business Modell	horizontaler Marktplatz
Börsenfunktionalität	Information und Linksammlung, Produktkataloge, Beratung, Stellenmarkt, Auktion und Ausschreibung
Recyclinggüter	Alle Recyclinggüter
Funktionsmerkmale der Softwaresysteme	Aggregation von Produktdaten, Linksfunktionen, Content Management, Produktsuche, Hilfefunktionen, Nutzungs- und Registrierungsverwaltung, Forum und Auktionunterstützung
Hilfefunktion	Bedienungshinweise, Hotline (E-Mail), Hotline (Telefon)
Sicherheitsmechanismen	Passwörter

Die EUWID Recyclingbörse

Die EUWID Recyclingbörse ist ein Marktplatz für Wertstoffe, Produktkomponenten und Abfälle. Sie wird von der Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH betrieben. Die Firma befindet sich in 76593 Gernsbach.

Name	EUWID Recyclingbörse
URL	http://www.recycle.de/
Betreiber	Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH
Teilnehmer	Registrierter Benutzer
Gebühren	Gegen Rechnung
Business Modell	Horizontaler Marktplatz
Börsenfunktionalität	Information und Linksammlung, Beratung, Produktkataloge
Recyclinggüter	Alle Recyclinggüter
Funktionsmerkmale der Softwaresysteme	Aggregation von Produktdaten, Linksfunktionen, Content Management, Produktsuche, Hilfefunktion, Nutzungs- und Registrierungsverwaltung
Hilfefunktion	Bedienungshinweise, Hotline (E-Mail)
Sicherheitsmechanismen	Passwörter

IHK-Recyclingbörse

Die IHK-Recyclingbörse wird seit März 1998 von DIHK betrieben, und ist zurzeit die größte Wertstoffbörse in Deutschland. In der IHK-Recyclingbörse werden überbetrieblich Abfälle/Produktionsrückstände vermittelt, die recycelt und/oder einer weiteren Verwendung zugeführt werden können. Zur Wahrung der Anonymität werden die in der Börse gelisteten Inserate ohne Namen und Anschriften gezeigt. Durch die Vermittlung der IHK setzen sich die Anbieter mit den Nachfragern in Verbindung.

Name	IHK-Recyclingbörse
URL	http://recy.ihk.de/
Betreiber	Der Deutsche Industrie- und Handelskammertag
Teilnehmer	Anonyme Benutzer
Gebühren	Kostenlos
Business Modell	Horizontaler Marktplatz
Börsenfunktionalität	Information und Linksammlung, Produktkataloge
Recyclinggüter	Alle Recyclinggüter
Funktionsmerkmale der Softwaresysteme	Aggregation von Produktdaten, Content Management, Produktsuche, Hilfefunktionen
Hilfefunktion	Bedienungshinweise, Hotline (E-Mail), Hotline (Telefon)
Sicherheitsmechanismen	keine

Die RWR Rohstoff und Recyclingbörse

Die RWR Rohstoff- und Recyclingbörse wird von RWR Beratungs-, Handels- und Servicegesellschaft mbH, 76297 Stutensee, Deutschland, betrieben. In der Rohstoff- und Recyclingbörse können Angebote oder Gesuche für die Rohstoffe, Reststoffe, Produktionsabfälle, Chemikalien, Schlämme, Abfall etc. kostenlos eingetragen werden. Die Vermittlung erfolgt kostenfrei und via E-Mail.

Name	RWR Rohstoff- und Recyclingbörse
URL	http://www.stutensee.com/rwr/recyclingboerse/
Betreiber	RWR Beratungs-, Handels- und Servicegesellschaft m.b.H.
Teilnehmer	Anonyme Benutzer
Gebühren	Kostenlos
Business Modell	Horizontaler Marktplatz
Börsenfunktionalität	Produktkataloge
Recyclinggüter	Alle Recyclinggüter
Funktionsmerkmale der Softwaresysteme	Content Management, Produktsuche, Hilfefunktionen
Hilfefunktion	Hotline (E-mail)
Sicherheitsmechanismen	keine

Die Wertstoffbörse im Umweltforum Europa

Die Wertstoffbörse im Umweltforum Europa wird von der Ingenieurgesellschaft für Umweltschutzberatung und Risikoabschätzung mbH, 93047 Regensburg, betrieben. Die Wertstoffbörse ist Teil des umfangreichen Service, den die Firma bietet.

Name	Wertstoffbörse im Umweltforum Europa
URL	http://www.mut-online.de/cgi-bin/mut.pl?boerse/wb-index
Betreiber	Ingenieurgesellschaft für Umweltschutzberatung und Risiko-abschätzung mbH
Teilnehmer	Anonyme Benutzer
Gebühren	Gegen Rechnung
Business Modell	Horizontaler Marktplatz
Börsenfunktionalität	Information und Linksammlung, Beratung, Produktkataloge
Recyclinggüter	Alle Recyclinggüter
Funktionsmerkmale der Softwaresysteme	Aggregation von Produktdaten, Linksfunktionen, Forum, Content Management, Produktsuche, Hilfefunktion, Nutzungs- und Registrierungsverwaltung
Hilfefunktion	Hotline (Telefon), Hotline (Email)
Sicherheitsmechanismen	Passwörter

Die Wertstoffbörse Abfall- und Recyclingbörse

Die Abfall- und Recyclingbörse wurde am 01.01.2001 ins Internet gestellt. Der Betreiber ist Herr Ralph Hagenunger aus 76549 Hügelheim, Deutschland. In dieser Wertstoffbörse können Abfälle, Maschinen und die Transporte angeboten werden.

Name	Abfall- und Recyclingbörse
URL	http://www.abfallboerse.de/me/Index.html
Betreiber	Ralph Hagenunger,staatlich geprüfter Chemietechniker
Teilnehmer	Registrierter Benutzer
Gebühren	kostenfrei
Business Modell	Horizontaler Marktplatz
Börsenfunktionalität	Information und Linksammlung, Beratung, Logistikplanung, Produktkataloge
Recyclinggüter	Alle Recyclinggüter
Funktionsmerkmale der Softwaresysteme	Content Management, Produktsuche, Linksfunktionen, Hilfefunktionen, Nutzungs- und Registrierungsverwaltung
Hilfefunktion	Hotline (E-Mail)
Sicherheitsmechanismen	Passwörter

Die Email-basierte Recyclingbörse

Die Email-basierte Recyclingbörse wird von dem Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität Münster entwickelt. Ziel dieser Recyclingbörse ist die Unterstützung des Austausches von Recyclinggütern, indem sie den Unternehmen ermöglicht, mit geringem Suchaufwand Partner zu finden.

Name	E-Mail-basierte Recyclingbörse
URL	http://www.wi.uni-muenster.de/WI/Boerse/erbdoc.html
Betreiber	Institut für Wirtschaftsinformatik Universität Münster
Teilnehmer	Registrierter Benutzer
Gebühren	Prinzipiell kostenlos
Business Modell	Horizontaler Marktplatz
Börsenfunktionalität	Information und Linksammlung, Produktkataloge
Recyclinggüter	Alle Recyclinggüter
Funktionsmerkmale der Softwaresysteme	Aggregation von Produktdaten, Content Management, Produktsuche, Hilfefunktion, Nutzungs- und Registrierungsverwaltung
Hilfefunktion	Benutzerhandbuch
Sicherheitsmechanismen	Passwörter

Die Baumaterial-Recycling-Börse

Baumaterial-Recycling-Börse wurde von der Firma Heinen CAD, 42287 Wuppertal gegründet. Diese Recyclingbörse ermöglicht, die während eines Umbaus, oder einer Renovierung anfallenden Teile anzubieten. Beispiele sind Fenster, Türen, Beschläge, Kacheln und Fliesen, usw.

Name	Baumaterial-Recycling-Börse
URL	http://www.umzuege-heinen.de/Heitrans/baucycle/index1.html
Betreiber	Heinen CAD
Teilnehmer	Anonyme Benutzer
Gebühren	Kostenlos
Business Modell	Horizontaler Marktplatz
Börsenfunktionalität	Information und Linksammlung, Produktkataloge
Recyclinggüter	Meistens Baumaterialien und Büromaterialien
Funktionsmerkmale der Softwaresysteme	Linksfunktionen, Content Management, Produktsuche, Hilfefunktionen
Hilfefunktion	Bedienungshinweise, Hotline (E-Mail)
Sicherheitsmechanismen	keine

Die Bauschuttbörse

Die Bauschuttbörse wird von der KAT Umweltberatung GmbH, 65439 Flörsheim–Weilbach betrieben. Sie ist ein zugelassener Abfallmakler nach §50 KrWAbfG. Neben Bauschutt und Erdaushub werden weitere Services, wie beispielsweise die Kontakte mit den zuständigen Behörden und die Prüfung des zu entsorgenden Materials angeboten.

Name	Bauschuttbörse
URL	http://www.katumwelt.de/Bauschuttboerse/bauschuttboerse.htm
Betreiber	KAT Umweltberatung GmbH
Teilnehmer	Benutzer mit geschäftlichen Daten
Gebühren	Kostenlos
Business Modell	Horizontaler Marktplatz
Börsenfunktionalität	Information und Linksammlung, Logistikplanung, Beratung, Produktkataloge
Recyclinggüter	Bauschutt und Erdaushub
Funktionsmerkmale der Softwaresysteme	Linksfunktionen, Content Management, Produktsuche, Hilfefunktionen
Hilfefunktion	Hotline (Telefon)
Sicherheitsmechanismen	Keine

Die Bauschuttbörse Bodenbörse

Die Bodenbörse der Clickwaste AG, 69115 Heidelberg befindet sich, auf der Internetseite www.deponie.de. Neben der Bodenbörse werden hier weitere Dienstleistungen wie eine Expertendatenbank und Kooperationsmöglichkeiten angeboten. Die Seite erhielt im Januar 2000 den ersten Umwelt-online-arward in Gold.

Name	Bodenbörse
URL	www.deponie.de
Betreiber	Clickwaste AG
Teilnehmer	Nutzer mit Adressen
Gebühren	Keine
Business Modell	horizontaler Marktplatz
Börsenfunktionalität	keine
Recyclinggüter	Überwiegend Bauschutt
Funktionsmerkmale der Softwaresysteme	Automatisches Löschen von Einträgen
Hilfefunktion	Expertendatenbank, E-Mail
Sicherheitsmechanismen	Keine

Die Altreifen Börse EUSTEX - European Scrap Tyre Exchange

Die Europäische Altreifen Börse, (European Scrap Tire Exchange), ging am 01. September 2000 im Betrieb. Der Firmensitz ist in 17506 Bandelin.

Name	Europäische Altreifen Börse (EUSTEX – European Scrap Tyre Exchange)
URL	Http://www.eustex.com/
Betreiber	EUSTEX Internet GmbH
Teilnehmer	Registrierter Benutzer
Gebühren	Gegen Rechnung
Business Modell	Vertikaler Marktplatz
Börsenfunktionalität	Information und Linksammlung, Beratung, Stellenmarkt, Produktkataloge
Recyclinggüter	Prinzipiell Gummiprodukte
Funktionsmerkmale der Softwaresysteme	Links, Forum, Content Produktsuche, Hilfefunktion, Nutzungs- und Registrierungsverwaltung
Hilfefunktion	Einführung, Hotline (E-Mail)
Sicherheitsmechanismen	Passwörter

EUWID IT Börse

Die IT Börse wird von der Recycle it GmbH, 87745 Eppishausen, betrieben. Sie bietet Komplettlösungen für die Verwertung aller Elektro- und Elektronikaltgerätetypen. In der IT Börse wird noch die Teilfunktionen von Prozessintegration zugefügt.

Name	IT Börse
URL	http://www.recycle-it.de/index_d.htm
Betreiber	Die recycle-it GmbH
Teilnehmer	Anonyme Benutzer
Gebühren	Kostenlos
Business Modell	Absatzseitiger horizontaler Marktplatz
Börsenfunktionalität	Information und Linksammlung, Transaktionsunterstützung Produktkataloge, Logistik, Beratung,
Recyclinggüter	Recyclinggüter im IT Bereich
Funktionsmerkmale der Softwaresysteme	Aggregation von Produktdaten, Transaktionsunterstützung, Links, Content Management, Produktsuche, Hilfefunktionen
Hilfefunktion	Hotline (Telefon), Hotline (Email)
Sicherheitsmechanismen	Keine

Die Recyclingbörse für Kunststoffprodukte RecyTrade

RecyTrade – Plastics Recycling Market wird von European Plastics Converters (EuPC) betrieben. Ziel der EuPC ist die Schaffung einer besseren Handelsumgebung für das Recycling der Kunststoffe.

Name	RecyTrade
URL	http://www.recytrade.com/webpages/e/index.htm
Betreiber	European Plastics Converters (EuPC)
Teilnehmer	Registrierte Benutzer
Gebühren	Kostenlos
Business Modell	Horizontaler Marktplatz
Börsenfunktionalität	Information und Linksammlung, Produktkataloge
Recyclinggüter	Kunststoffrecyclinggüter
Funktionsmerkmale der Softwaresysteme	Aggregation von Produktdaten, Content Management, Produktsuche, Hilfefunktionen, Mehrsprachigkeit, Nutzungs- und Registrierungsverwaltung
Hilfefunktion	Hotline (Email)
Sicherheitsmechanismen	Passwörter

Das Portal für Kunststoffprodukte Duoject

Das Portal duojekt gibt als Betreiber duoject am Geißbühl in D-91456 Diespeck an. Es handelt sich um ein Portal im Bereich der Kunststoffverarbeitung unter Berücksichtigung des Recyclings von Kunststoffen.

Name	duoject
URL	http://www.duoject.de/
Betreiber	duoject
Teilnehmer	Registrierte Benutzer
Gebühren	Gebührenpflichtig
Business Modell	Horizontaler und Vertikaler Marktplatz
Börsenfunktionalität	Information und Linksammlung, Produktkataloge weitere Informationen
Recyclinggüter	Kunststoffgüter
Funktionsmerkmale der Softwaresysteme	Aggregation der Produktsuche, Mehrsprachigkeit, Nutzung und Registerverwaltung
Hilfefunktion	keine
Sicherheitsmechanismen	keine

Duojet gilt als Beispiel für Internetbörsen, die den gesamten Produktzyklus einschließlich Recycling anbieten.

Das Portal awinet

Parallel zu dieser Arbeit wurde ebenfalls im Forschungsschwerpunkt „Optimale Transporte in Kreislauf- und Abfallwirtschaft“ vom BMBF gefördert die Internetplattform awinet entwickelt. Das Portal ist unter www.awinet.de (Stand März 2004) zu erreichen. Diese Plattform stellt Informationen zur Entsorgungswirtschaft zur Verfügung. Besonders zu erwähnen sind hier:

- Auf die Postleitzahl bezogen können die Güterverkehrsstellen der Bahn angezeigt werden.
- Es können die Entsorgungseinrichtungen in der Nähe eines Postleitzahlengebietes entsprechend der AVV Nummer, Abfallart und Menge angezeigt werden.
- Das Portal generiert Vorschläge für eine Entsorgungsanlage und zeigt die Entfernung zu dieser Entsorgungsanlage an.
- Das Portal schlägt mögliche Transporteure zu der Entsorgungsanlage vor.
- Logistische Knoten darunter versteht awinet Häfen, Eisenbahnunternehmen. Diese können in der Nähe des Wohnortes können angezeigt werden.

Anhang 9-1: Umweltwirkungen

Demonstrator I

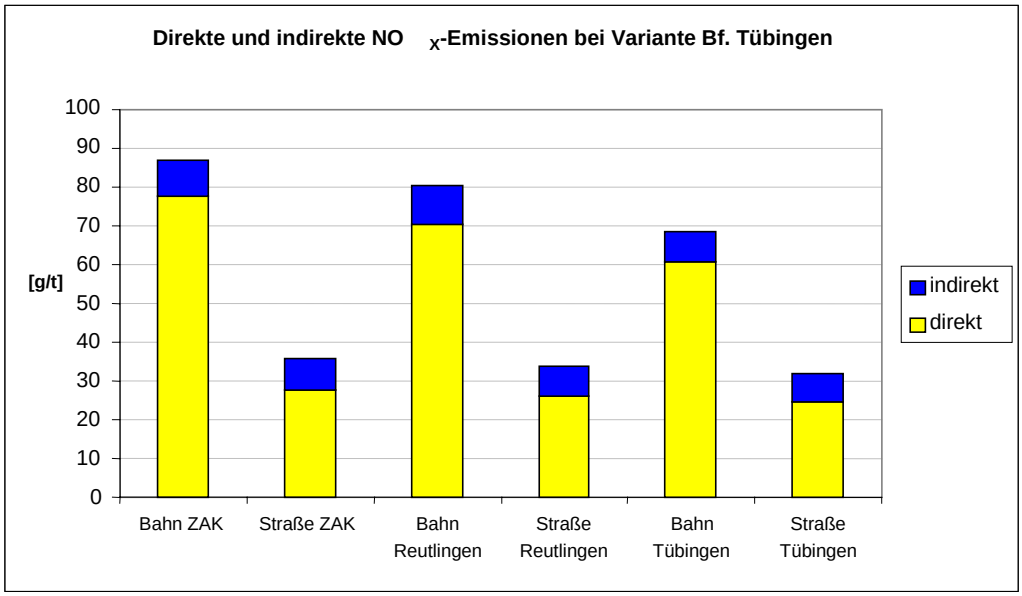


Abbildung 1 Vergleich der direkten und indirekten NO_x -Emissionen für Demonstrator I mit Umschlag in Tübingen

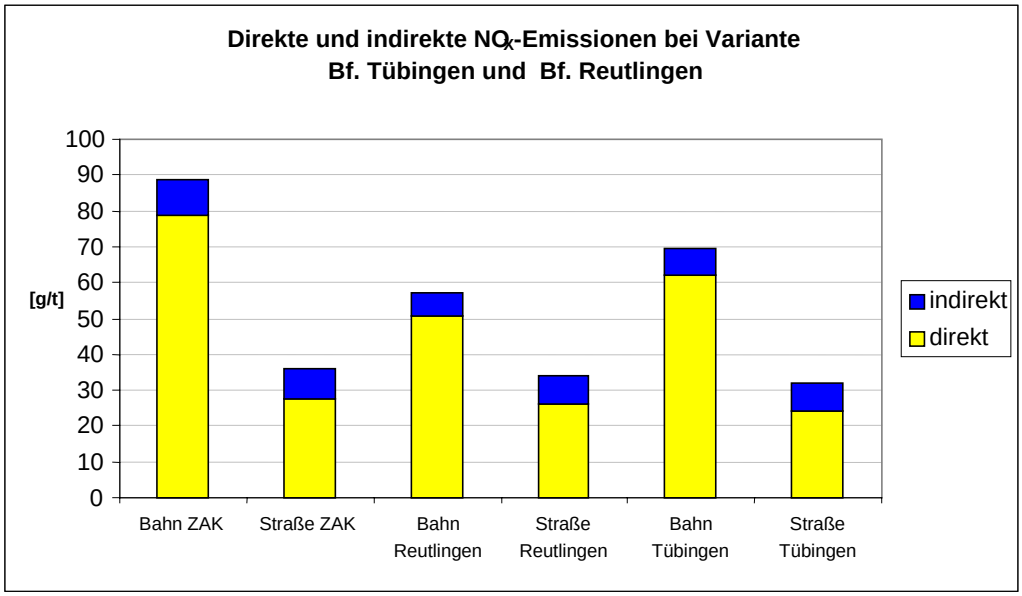


Abbildung 2: Vergleich der direkten und indirekten NO_x –Emissionen für Demonstrator I mit Umschlag in Tübingen und Reutlingen

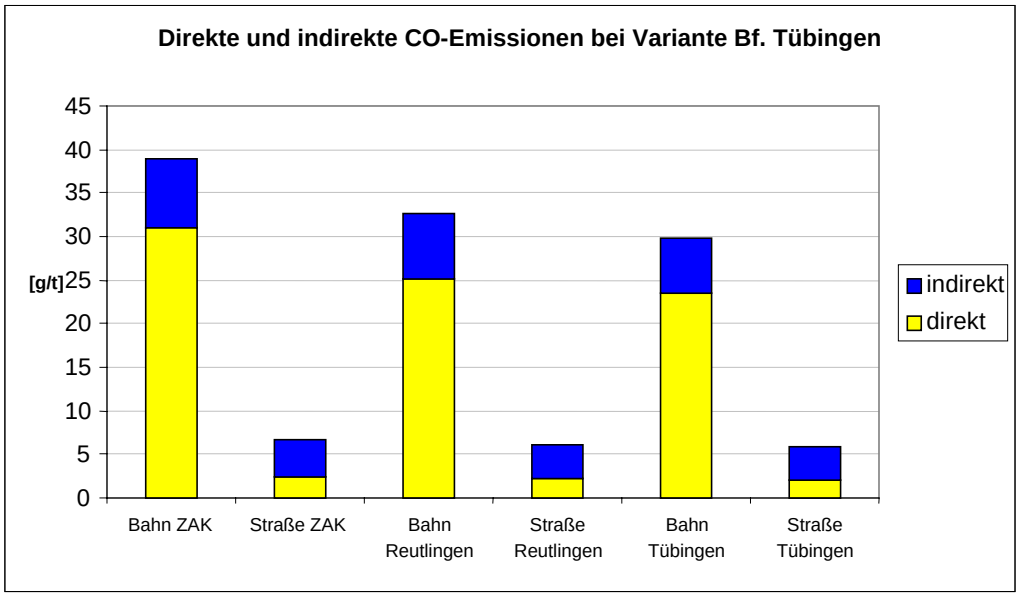


Abbildung 3. Vergleich der direkten und indirekten CO -Emissionen für Demonstrator I mit Umschlag in Tübingen

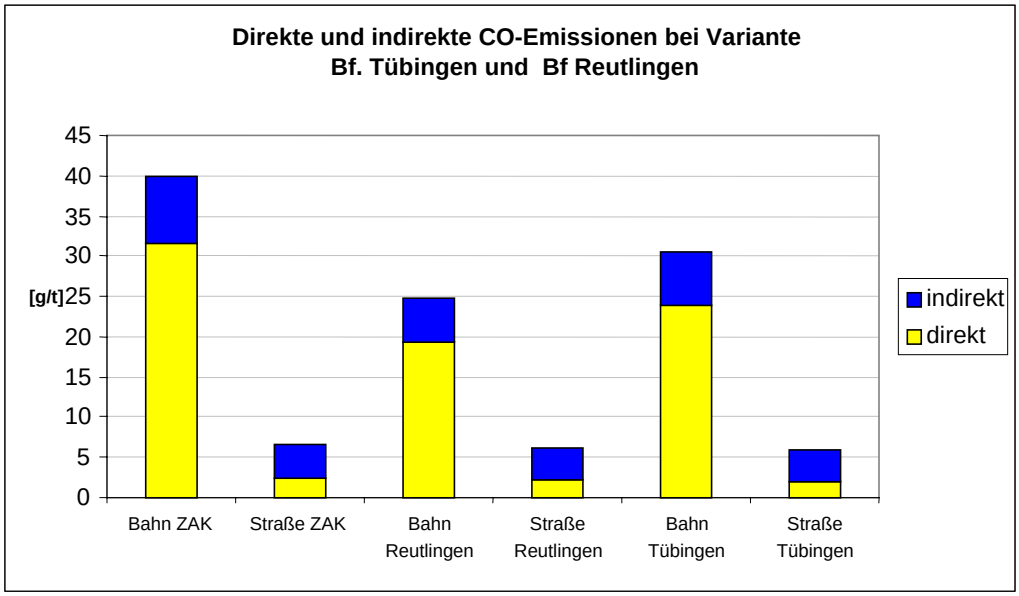


Abbildung 4: Vergleich der direkten und indirekten CO–Emissionen für Demonstrator I mit Umschlag in Tübingen und Reutlingen

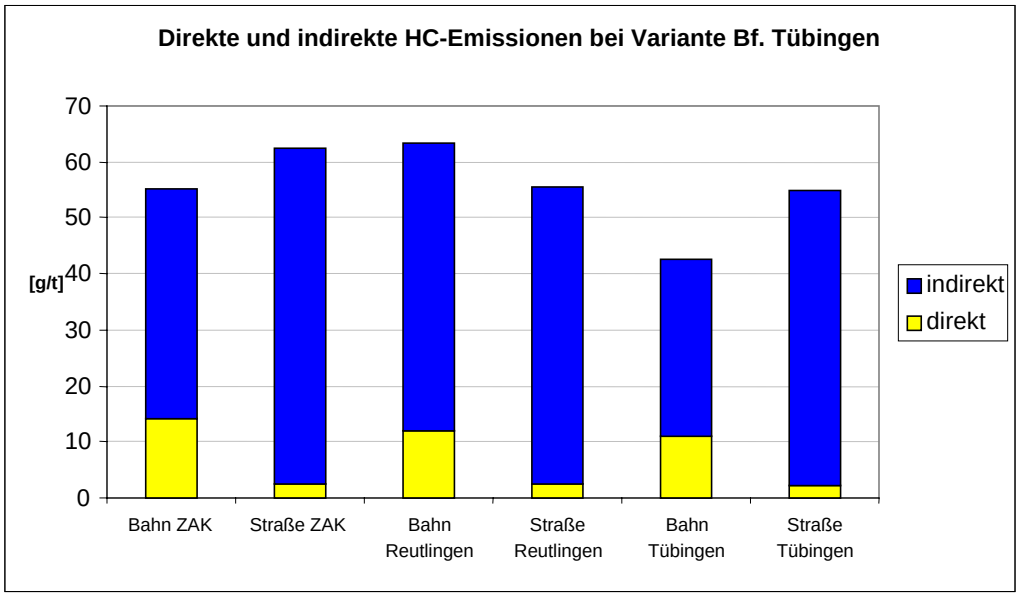


Abbildung 5: Vergleich der direkten und indirekten HC -Emissionen für Demonstrator I mit Umschlag in Tübingen

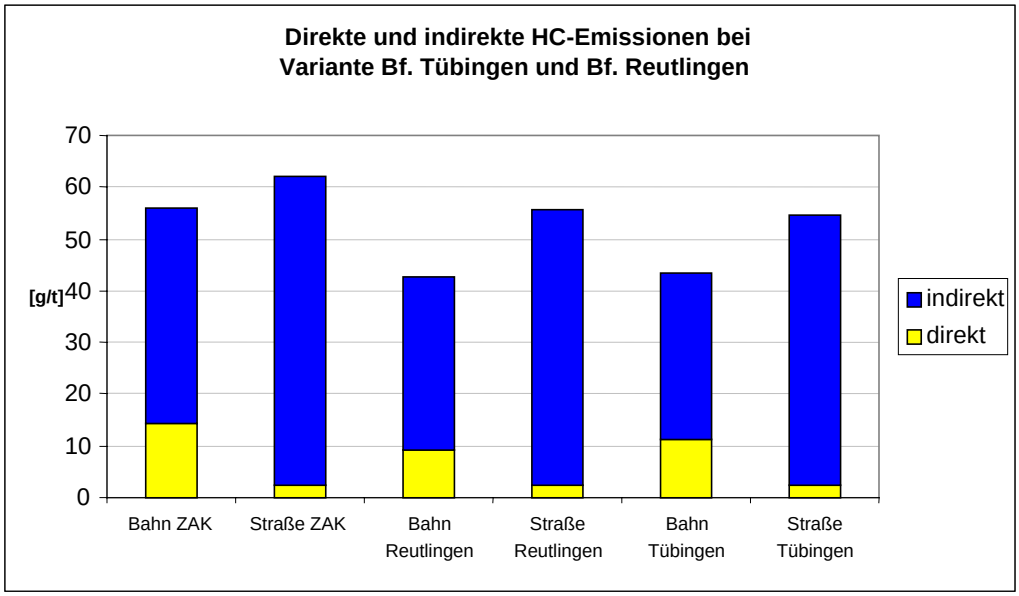


Abbildung 6: Vergleich der direkten und indirekten HC –Emissionen für Demonstrator I mit Umschlag in Tübingen und Reutlingen

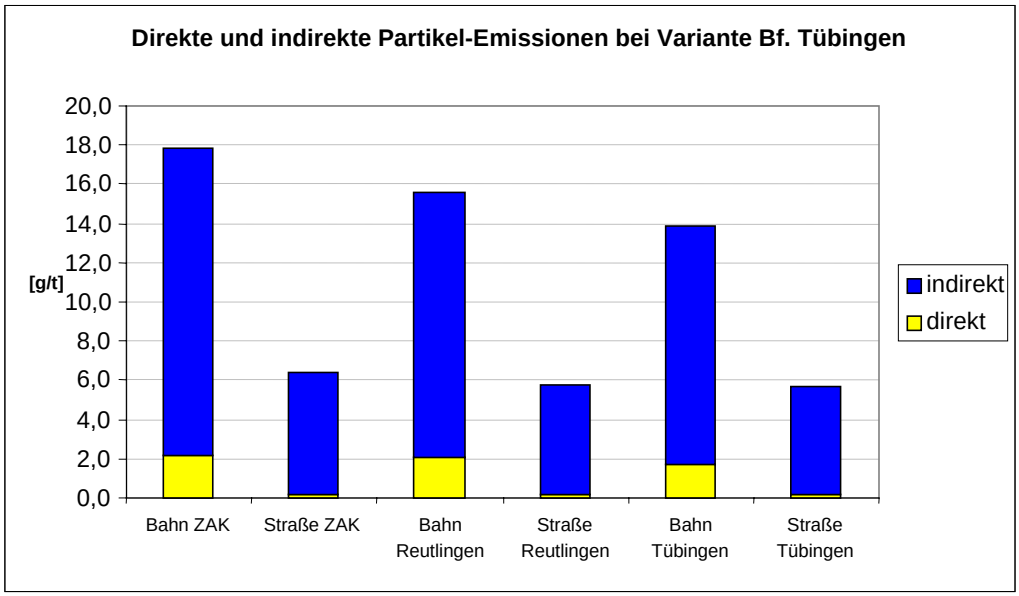


Abbildung 7: Vergleich der direkten und indirekten Partikel -Emissionen für Demonstrator I mit Umschlag in Tübingen

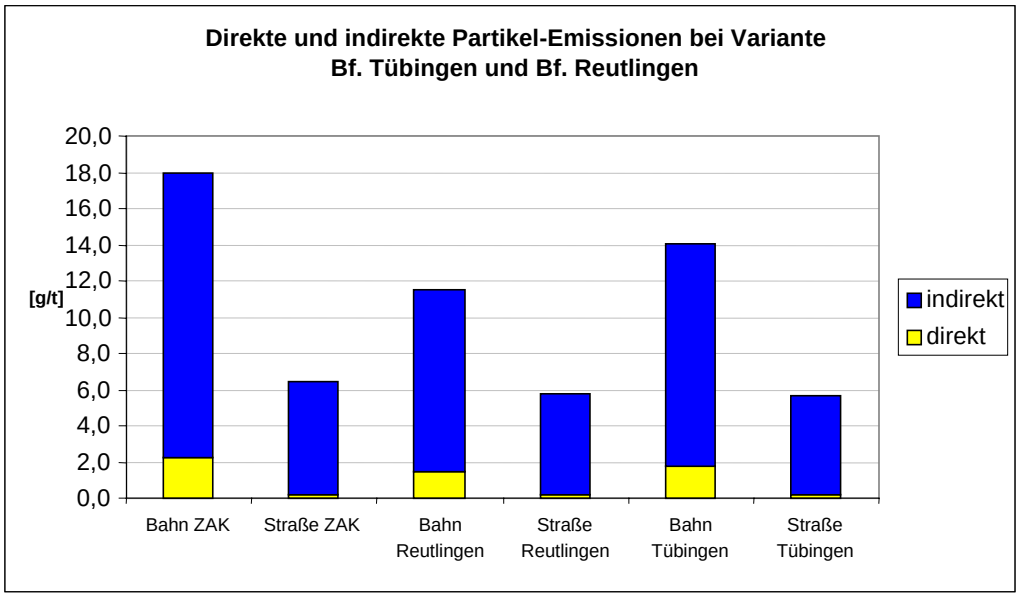


Abbildung 8: Vergleich der direkten und indirekten Partikel –Emissionen für Demonstrator I mit Umschlag in Tübingen und Reutlingen

Demonstrator II

Landkreis Tuttlingen

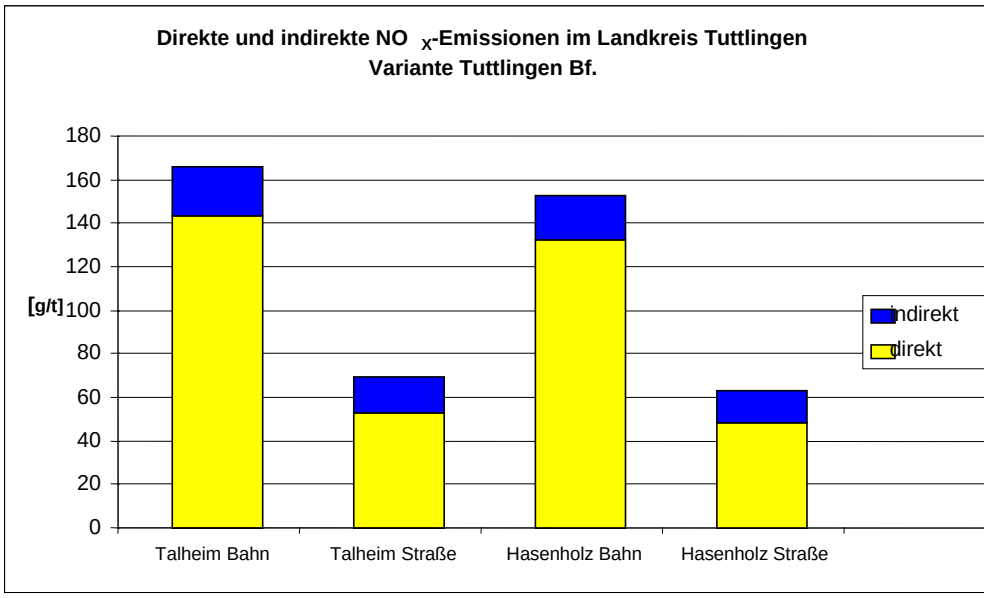


Abbildung 9: Vergleich der direkten und indirekten NO_x-Emissionen für den Demonstrator II, Variante Tuttlingen Bahnhof

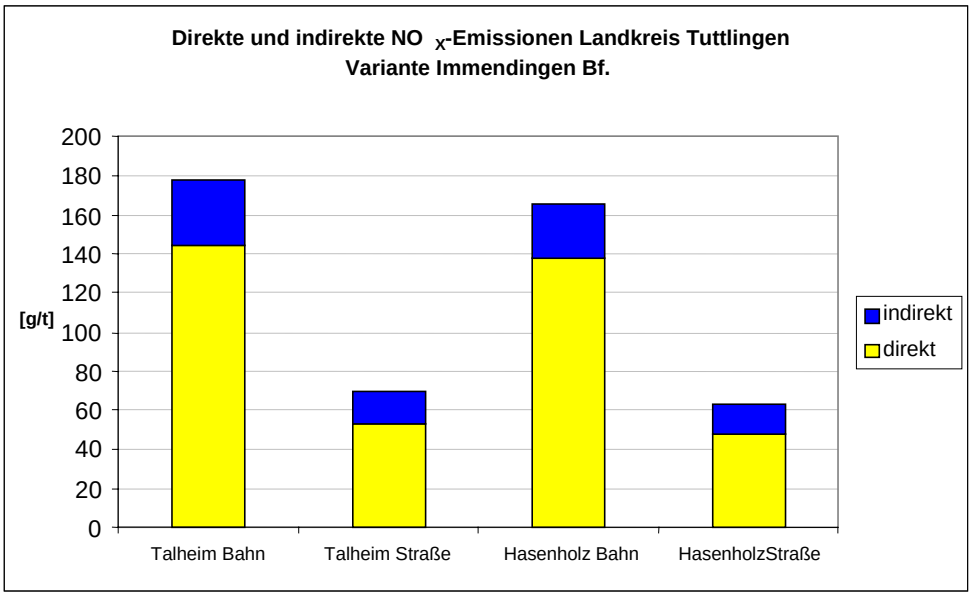


Abbildung 10: Vergleich der direkten und indirekten NO_x-Emissionen für den Demonstrator II, Variante Immendingen Bahnhof

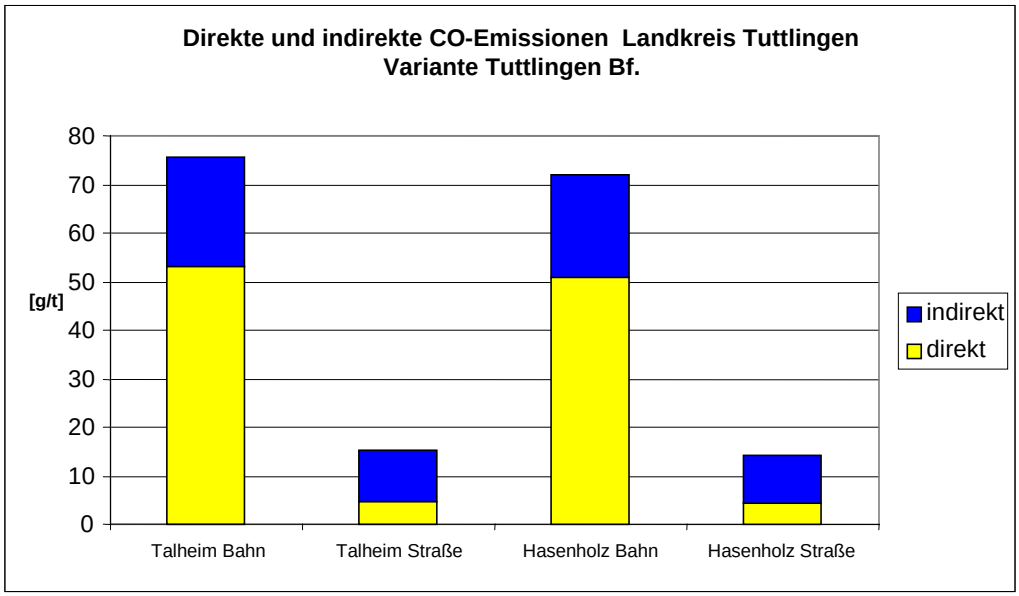


Abbildung 11: Vergleich der direkten und indirekten CO-Emissionen für den Demonstrator II, Variante Tuttlingen Bahnhof

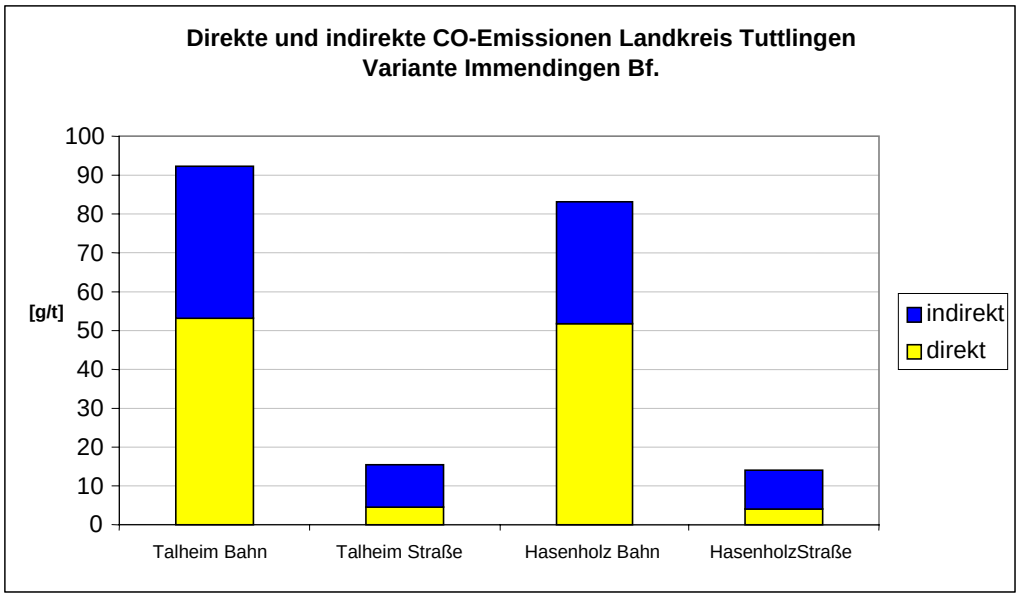


Abbildung 12: Vergleich der direkten und indirekten CO-Emissionen für den Demonstrator II, Variante Immendingen Bahnhof

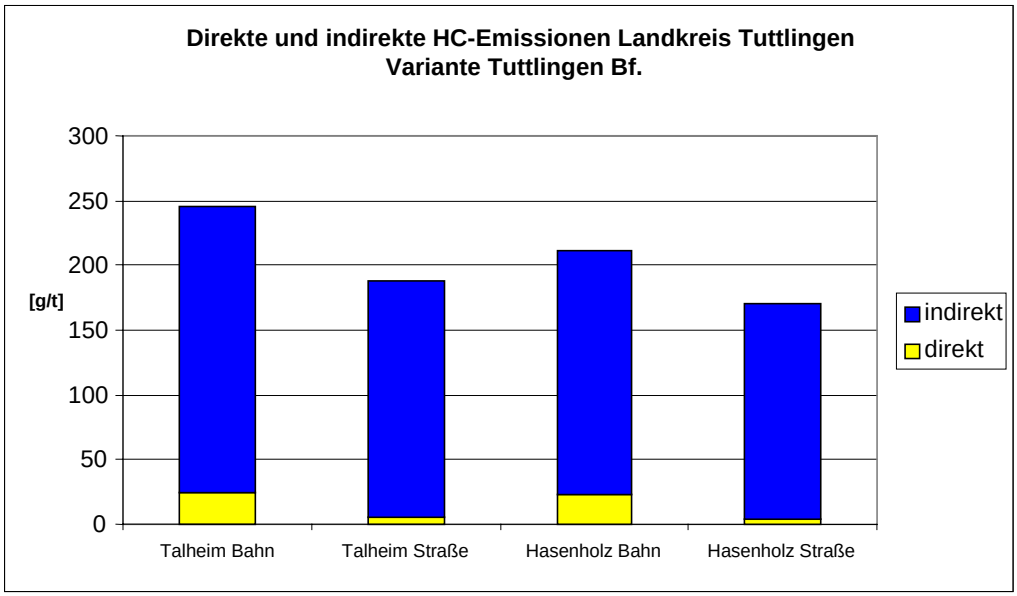


Abbildung 13: Vergleich der direkten und indirekten HC-Emissionen für den Demonstrator II, Variante Tuttlingen Bahnhof

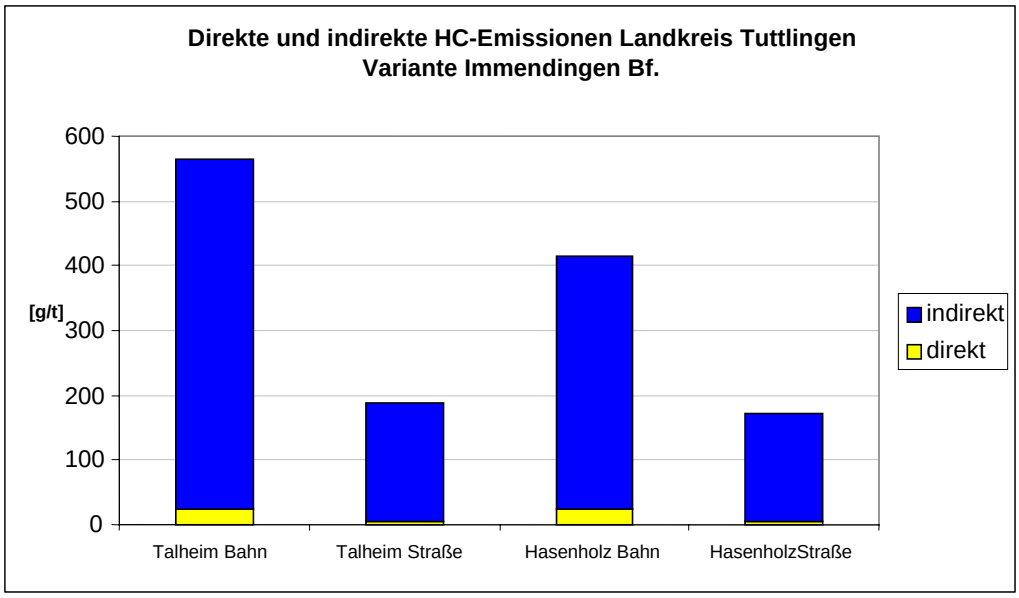


Abbildung 14: Vergleich der direkten und indirekten HC-Emissionen für den Demonstrator II, Variante Immendingen Bahnhof

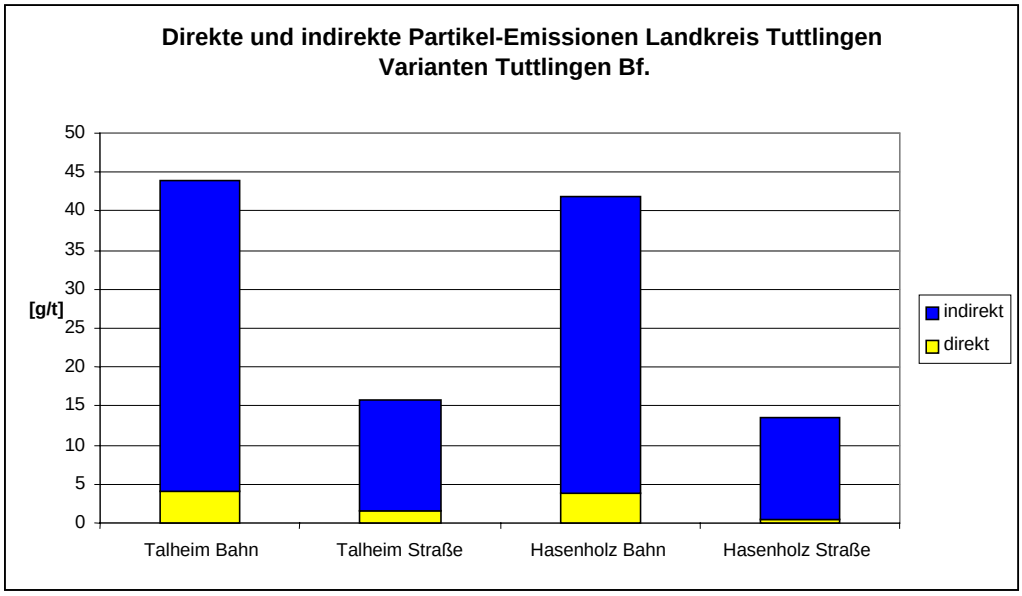


Abbildung 15: Vergleich der direkten und indirekten Partikel-Emissionen für den Demonstrator II, Variante Tuttlingen Bahnhof

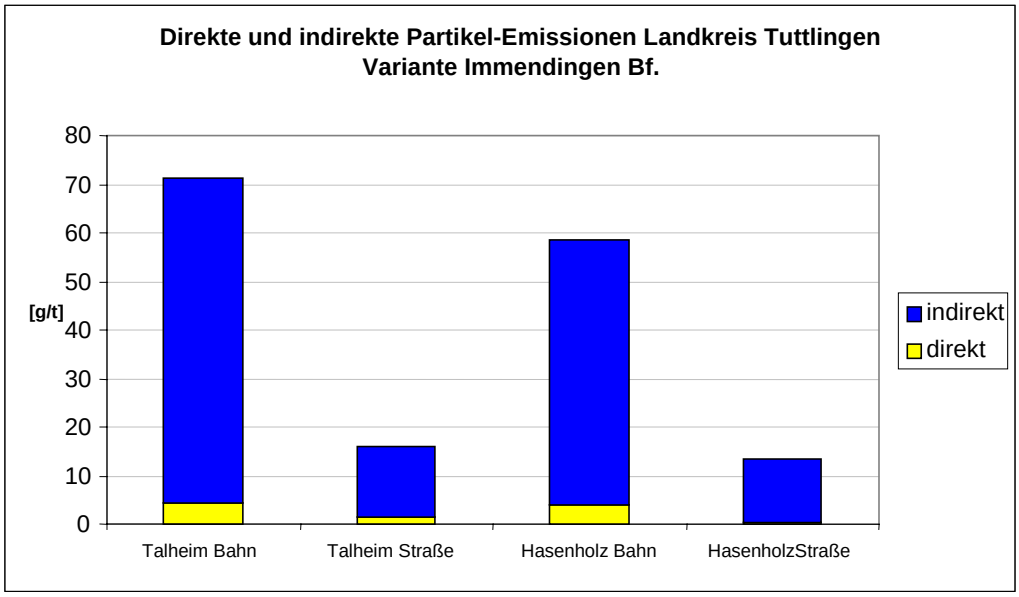


Abbildung 16: Vergleich der direkten und indirekten Partikel-Emissionen für den Demonstrator II, Variante Immendingen Bahnhof

Landkreis Sigmaringen

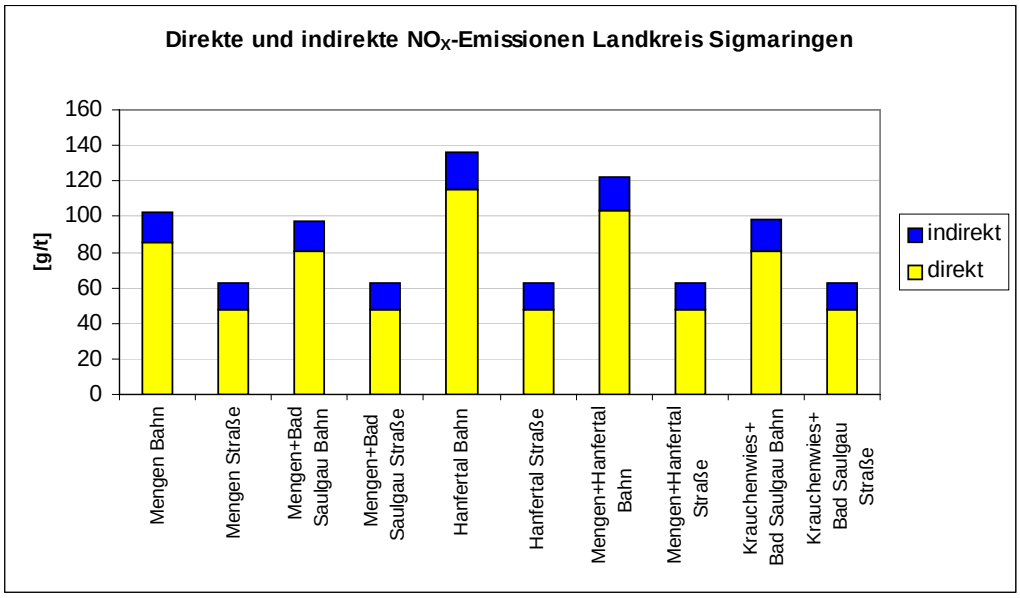


Abbildung 17: Vergleich der direkten und indirekten NO_X-Emissionen für den Demonstrator II, Varianten Sigmaringen

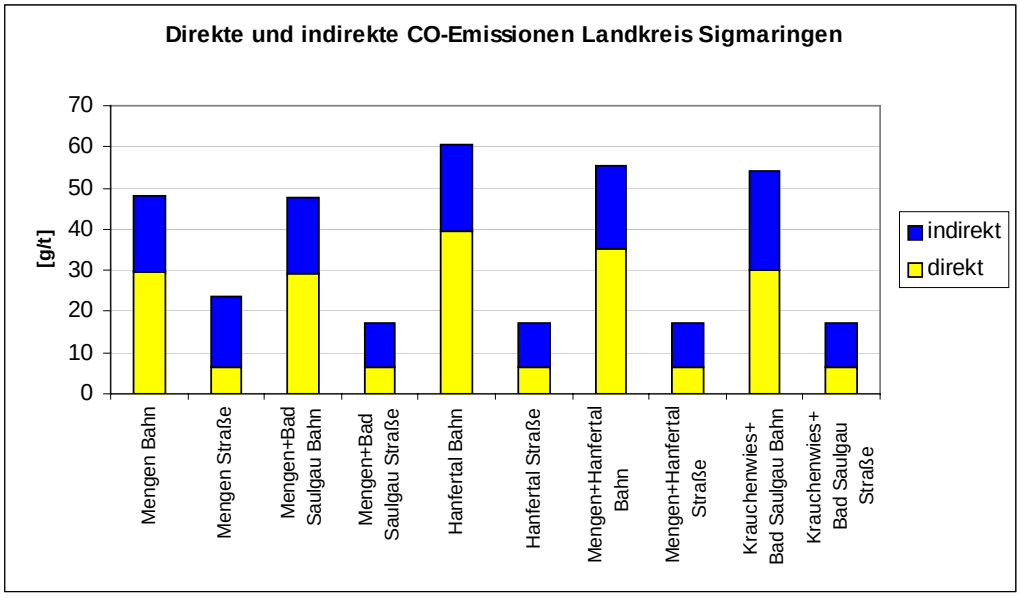


Abbildung 18: Vergleich der direkten und indirekten CO-Emissionen für den Demonstrator II, Varianten Sigmaringen

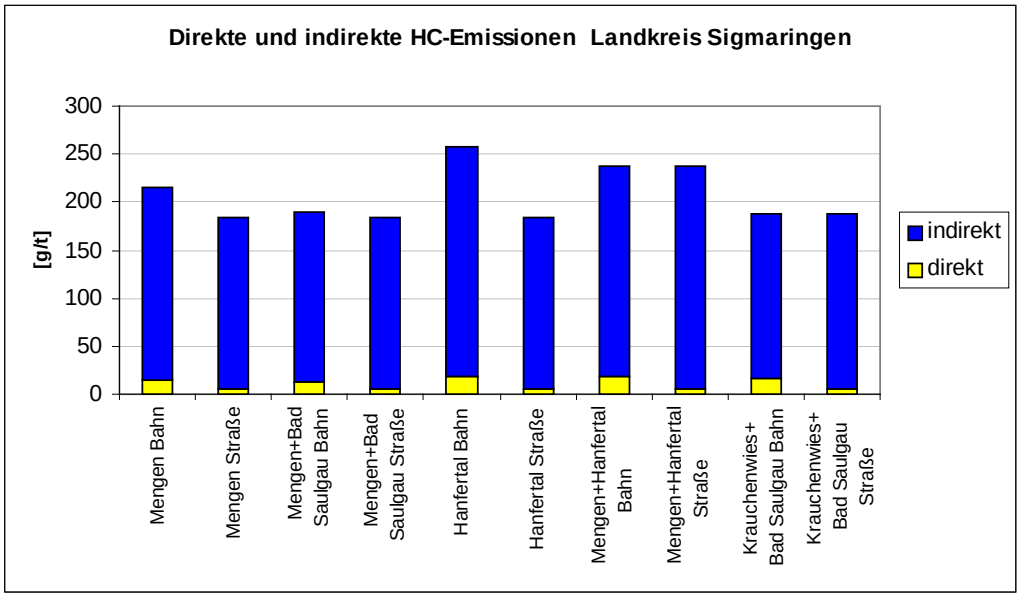


Abbildung 19: Vergleich der direkten und indirekten HC-Emissionen für den Demonstrator II, Varianten Sigmaringen

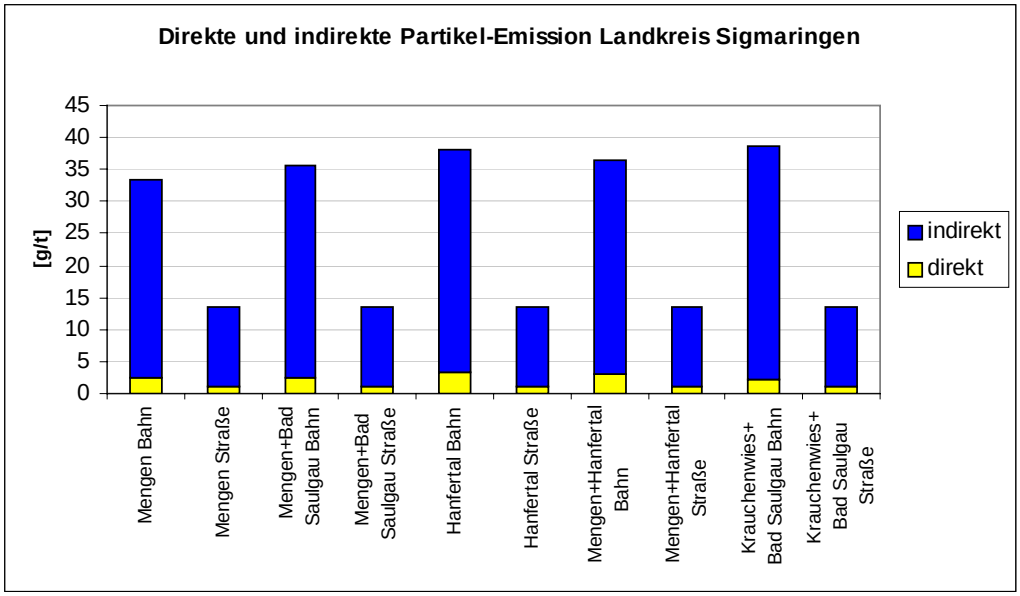


Abbildung 20: Vergleich der direkten und indirekten Partikel-Emissionen für den Demonstrator II, Varianten Sigmaringen

Landkreis Biberach

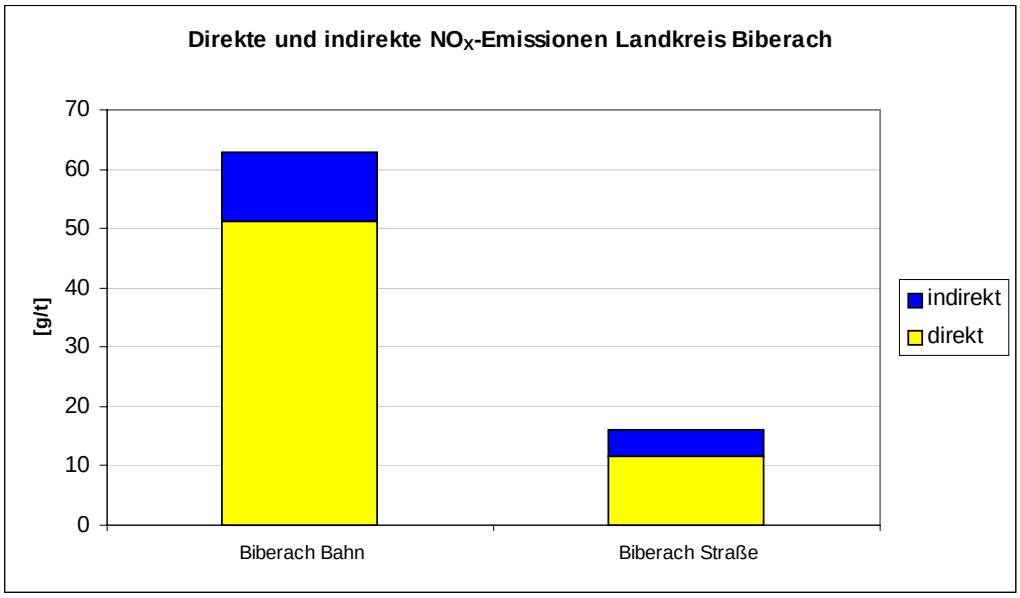


Abbildung 21: Vergleich der direkten und indirekten NO_X-Emissionen, Landkreis Biberach

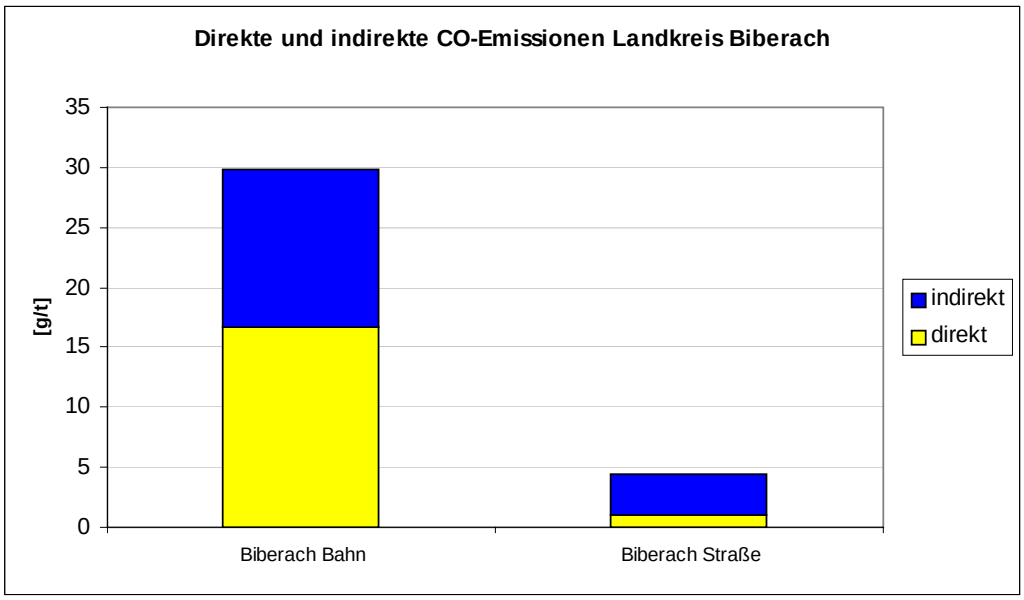


Abbildung 22: Vergleich der direkten und indirekten CO-Emissionen, Landkreis Biberach

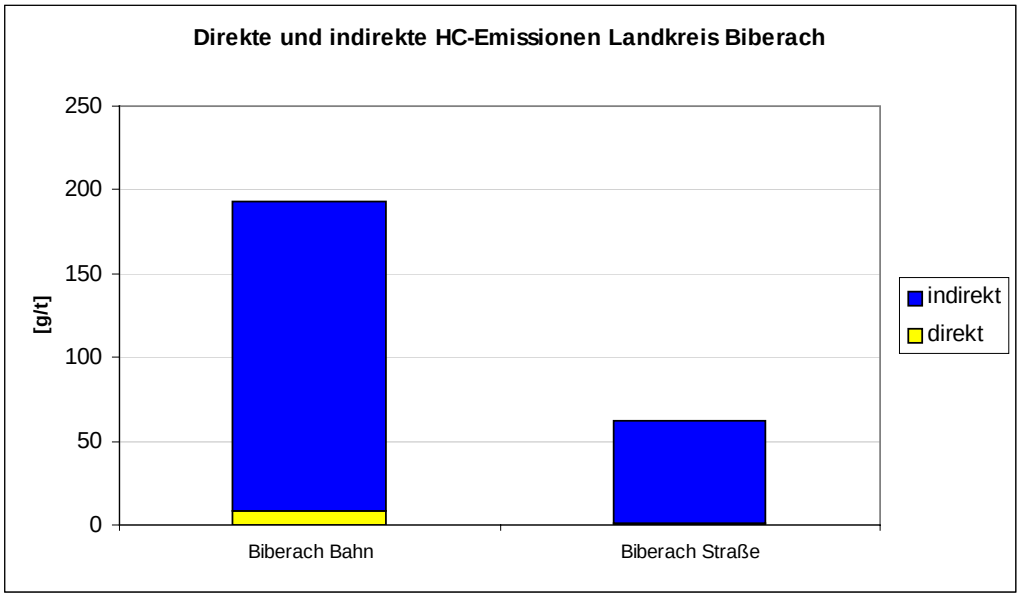


Abbildung 23: Vergleich der direkten und indirekten HC-Emissionen, Landkreis Biberach

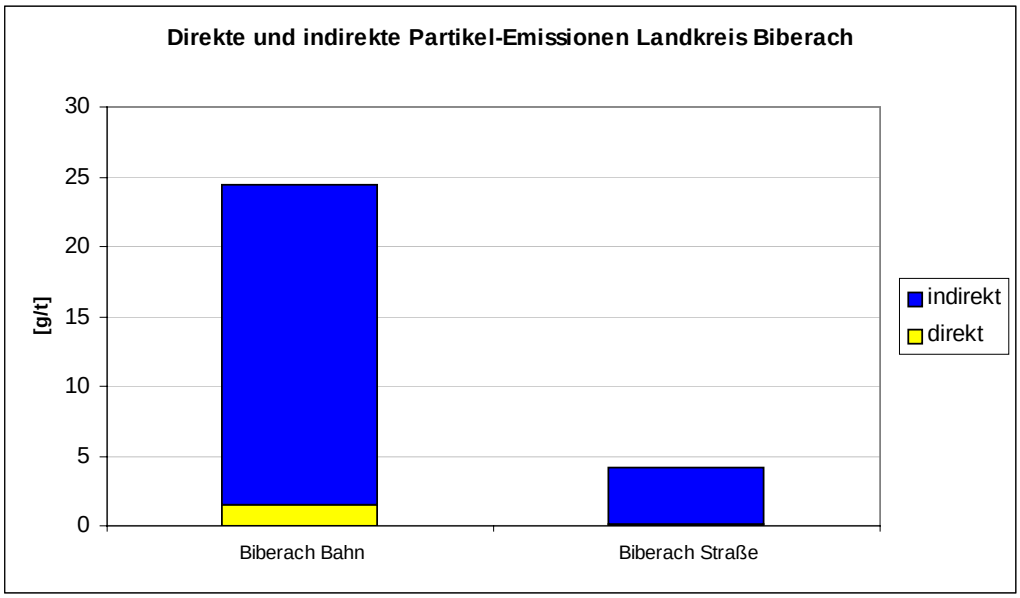


Abbildung 24: Vergleich der direkten und indirekten Partikel-Emissionen, Landkreis Biberach